८०

अनेक विद्या मूलतत्व संग्रह.

हा [illegible]

कितीएक इंग्लिश ग्रं[illegible] आधाराने

कै० कृष्णशास्त्री चिपळूणकर.

यांनीं त[illegible]र केला तो,

रा० [illegible] [illegible] गो[illegible]

यांनी [illegible] [illegible] पाहून त्यांत सुधारणा केली आहे.

[illegible] दुसरी

पुणें येथें "[illegible]चित्रशाळा" छापखान्यांत छा[illegible]

[illegible]न १[illegible]

[illegible]

[illegible]लतत्व

सा· ४२८
३८.९८

गुजराती साहित्य

(हि० सा०)

Anekawidya Mulatatwa Sangraha.

OR

LESSONS ON THE ELEMENTARY PRINCIPLES

OF

SEVERAL SCIENCES,

Prepared from english works.

BY

THE LATE KRISHNA SHASTRI CHIPLONKAR

UNDER THE PATRONAGE OF

THE DAKSHINA PRIZE COMMITTEE

Second Edition.

POONA

PRINTED AT THE CHITRA SHALA PRESS.

1899.

Price Rs. 1½.

अनेकविद्या मूलतत्व संग्रह.

हा ग्रंथ

कितीएक इंग्लिश ग्रंथांच्या आधारानें

कै० कृष्णशास्त्री चिपळूणकर

ह्यांनीं

तयार करून नजर केला

तो

दक्षिणा प्रैज कमिटीनें पसंत केला.

आवृत्ति दुसरी.

पुणें येथें ‘ चित्रशाळा ’ छापखान्यांत छापिलें.

सन १८९९ इसवी.

किंमत १॥ रु०

500
CHI

३८१८

प्रस्तावना.

--:-*-:--

इंग्रजींत एलिमेंतरी कोर्स आफ रीडिंग म्हणजे वाचण्याकरितां सोपे धडे ह्या नांवाचें एक पुस्तक आहे, त्याच्या नमुन्यावर हा ग्रंथ रचिला आहे. ह्या ग्रंथांत यंत्रशास्त्र, रसायनशास्त्र, दर्शनानुशासन, ज्योतिष, प्राणिधर्मविषयकशास्त्र, शारीरक, इत्यादि ज्या पदार्थ विज्ञानाच्या शाखा आहेत, त्यांतील मुख्य मुख्य गोष्टींचें संक्षेपानें व सोप्या रीतीनें वर्णन केलें आहे. ह्या वर्णनापासून त्या विषयांची मोठी माहिती वाचणाऱ्यास होईल, असें ग्रंथकाराचें मत नाहीं, पण त्यास अशी आशा आहे, कीं ह्या ग्रंथाच्या अवलोकनानें त्या अत्यंत उपयुक्त व चमत्कारिक शास्त्रांचें स्वरूप कांहींसें त्यास समजून त्याविषयीं विशेष माहिती करून घेण्याविषयीं त्याची प्रवृत्ति होईल, आणि हा उद्देश सिद्धीस गेला असतां ग्रंथकार आपल्या श्रमाचें सार्थक झालें असें मानील.

ज्या जड द्रव्यांची ही सर्व सृष्टि बनविली आहे व ज्यांस आपल्या प्राचीन ग्रंथांत पंचमहाभूतें म्हणतात, त्यांच्या गुणांचें ज्ञान अर्वाचीन काळीं जसें युरोपखंडांतल्या विद्वानांस झालें आहे, तसें प्राचीन काळीं कोणास ही होतें, असें दिसत नाहीं. युरोपखंडांतल्या लोकांचें इतर लोकांवर आज जें वर्चस्व इतकें झालें आहे, त्याचें हें ज्ञान एक मुख्य कारण आहे, ह्यांत संशय नाहीं. आगीच्या गाड्या, बातमी पोहचवण्याचीं तारयंत्रें, सूर्यकिरणांनीं तसबिरी काढण्याची कळा, वाफेनें चालणारे माग, गलबतें इत्यादि हजारों युक्त्या निघून मनुष्यजातीचें कल्याण झालें आहे, हें त्या विद्येचें फळ होय. तर असल्या ज्ञानाचा प्रसार आपल्या देशांत झाला असतां त्यापासून केवढा फायदा आहे, हें यत्किंचित् विचार केला असतां सर्व सुज्ञांचें लक्षांत येईल.

आतां ह्या ग्रंथांत पदार्थविज्ञानांतील विषयांचेंच केवळ निरुपण केलें आहे असें नाहीं, दुसऱ्याहि चमत्कारिक कांहीं विषयांचा ह्यांत संग्रह केला आहे. वाक्यालंकार, अहल्याबाई होळकरणीचें चरित्र, ताजमहाल, वेरूळ एथील लेणीं, इत्यादि विषय उपयुक्त व मनोरंजक वाटल्यावरून त्यांविषयींही थोडेंथोडें लिहिलें आहे.

ह्या ग्रंथांत शास्त्रीय विषयांचें निरूपण करितांना संस्कृत शब्द आले आहेत; परंतु तसल्या विषयांवर लिहितांना संस्कृत शब्द घातल्यावांचून उपाय चालत नाहीं, हें प्रायः सर्व सुज्ञ मराठी ग्रंथ लिहिणाऱ्यांचे अनुभवास आलेंच असेल; ह्यास्तव विद्वज्जन निरुपाय गोष्टीविषयीं प्राकृतग्रंथकारास नांव फारसें ठेवणार नाहींत, अशी खातरी आहे.

अनुक्रमणिका.

	पृष्ठ.
विद्यानंदाविषयीं.	१
सृष्ट पदार्थांचे मुख्य वर्ग तीन आहेत, त्यांविषयीं. ...	६
पृथ्वीच्या गोलत्वाविषयीं.	१२
खनिज पदार्थांविषयीं. ...	१५
—हिरा.	१६
—काळीगार.	१७
—आस्बेस्तास्. ...	१७
—स्लेटीचा दगड. ...	१८
—अभ्रक.	१९
—चुनखडी.	२०
—आलाबास्तर. ...	२१
—सोरा.	२१
—दगडी कोळसे. ...	२२
मनुष्य परक्या स्थळीं गेलें असतां तेथील गोष्टी पाहून किंवा ऐकून त्याच्या मनाची स्थिति कशी होते, त्याविषयीं. ...	२३
प्रसरणशील धातूंविषयीं. ...	३०
—प्लातिना.	३१
—सोनें.	३१
—पारा.	३३
—रुपें.	३५
—तांबें.	३६
—लोखंड.	३७
—कथील.	४०
—शिसें.	४१
उद्भुत उष्णतेचे धर्म. ...	४२
जड पदार्थांच्या साधारण धर्मांविषयीं.	४७
स्नेहाकर्षकत्व गुरुत्वाकर्षकत्व ह्यां विषयीं.	५४
रसायनाकर्षणाविषयीं. , ...	६४
प्राण्यांच्या आंगापासून झालेलीं वस्त्रद्रव्यें.	६८
शुद्ध पदार्थ.	७८
—आक्सिजन....	८०
—हैद्रोजन	८१
—नैत्रोजन	८२
—कार्बान.	८३
—गंधक.	८४
—फास्फरस.	८४
—धातु.	८५
यंत्रशास्त्रांतील मूलतत्वें.	८६
भूगोलविद्येंतील कांहीं गोष्टी.	९१
सजीव पदार्थ विषयक विद्या-झाडें.	९८
—वनस्पतिशोणितांचें अभिसरण.	९९
—पानें.	१०२
—बीज.	१०४
—अंकुरोद्भव.	१०६
यांत्रिक शक्तीविषयीं.	१०७
जलमय पदार्थांचा दाब.	१११
केशाकर्षणाविषयीं.	११४
झरे, नद्या आणि सरोवरें त्यांविषयीं.	११७
सचक्राची दृश्यमान दैनंदिन प्रदक्षिणा.	१२३
साधारण वायूच्या आंगच्या यां-	

	पृष्ठ.
त्रिकशक्ति ह्मणजे गति उत्पन्न करणारे गुण.	१३०
मिश्र ह्मणजे संयोगजन्य पदार्थ—सामान्य वायु आणि पाणी	१३४
रुधिराभिसरण.	१४०
उष्णतेचीं कार्यें.	१४२
वनस्पतींपासून प्राप्त झालेलीं द्रव्यें—ताग, आंबाडी व कापूस.	१५२
प्राण्याच्या शरिराचें अन्नादिकानें पोषण कसकसें होतें, ह्याविषयीं.	१५७
वाऱ्याचे प्रकार.	१६१
दृग्यंत्रें—दुर्बीण व सूक्ष्मदर्शक यंत्र.	१६६
पाण्याच्या वाफेचे विकार.	१६९
—मेघ व धुकें.	१७०
—पाऊस.	१७१
—दव.	१७२
—बर्फ किंवा हिम. ...	१७४
—गारा.	१७४
इंग्लंदांतील राजसत्तेचा प्रकार.	१७६
मिश्र पदार्थांचें पुनः वर्णन—अल्कली, मृत्तिका आणि आसिदें.	१८३
विद्येचा व ज्ञानाचा अद्भुत प्रभाव.	१८९
सज्ञान देशांतल्या लोकांचा परस्पर संबंध व त्यांस परस्परांची अपेक्षा. ...	१९१
प्राण्यांच्या अवयव रचनेचा विचार—सस्तन प्राणी व सपक्ष पाणी. ...	१९३
दर्शनानुशासनशास्त्रांतील मूलतत्वें—प्रकाशाचे गुण—त्याचें परावर्तन—त्याचें वक्रीभवन, रंग व इंद्रधनुष्य.	१९८
पृथ्वी, चंद्र व ग्रह ह्यांच्या गतींविषयीं.	२०७
छापण्याची कळा.	२१३
खलाशाचें होकायंत्र...	२१६
प्राण्याच्या अवयवरचनेचा आणखी विचार—मासे आणि कीटक.	२२०
मिश्र पदार्थांचा आणखी विचार—मिश्र धातु आणि क्षार...	२२५
विश्वांतील जड द्रव्याची एकंदर इयत्ता.	२२९
वाक्यांतले अलंकार....	२३२
हिमालयपर्वत.	२४६
अहल्याबाई होळकरीण.	२५२
योग्य अभिमान.	२६४
ताजमहाल.	२७३
आंगांत विनय असणें हें मोठ्या व खऱ्या अकलेचें चिन्ह आहे.	२७८
मेल्यांविषयीं दुःख....	२८१
वाग्चातुर्य.	२८४
—दिमास्थेनीसचें भाषण....	२८९
—सिसरोचें भाषण.	२९४
—कायस मेरियस ह्याचें भाषण.	३००
वेरुळच्या जवळचीं लेणीं.	३०६

विद्यानंदाविषयीं.

मनुष्यें अनेक प्रकारचे उद्योग करून कालक्षेप करितात; परंतु त्या सर्व उद्योगांमध्यें विद्याभ्यासांत काल घालविण्यासारखा उत्तम उद्योग दुसरा कोणता नाहीं. ह्या व्यवसायांत जें समाधान आहे व जी प्रतिष्ठा आहे, त्यांपेक्षां विशेष समाधान व विशेष प्रतिष्ठा दुसऱ्या कोणत्याही व्यवसायांत नाहीं, ह्याप्रमाणें प्राचीनकालापासून सर्व देशांतील ज्ञाते पुरुष मानीत आले आहेत. विद्येचा ज्यांस मुख्य छंद असतो त्यांसच पंडित किंवा विद्वान् ही संज्ञा योग्य होय. आतां ही एवढी प्रतिष्ठादायक संज्ञा प्राप्त होण्यासाठीं मनुष्यानें इतर सर्व व्यापार सोडून विद्येच्याच पाठीमागें लागलें पाहिजे असें नाहीं. आजपर्यंत जे महान् महान् विद्वान् होऊन गेले, त्यांपैकीं कितीएक संसारी होते; व त्यांस लौकिककृत्यांत पुष्कळ वेळ घालावा लागत असे. तस्मात् सारांश इतकाच, कीं कशीही स्थिति असो, व मागें कितीही उपद्व्याप असोत; फावलेला वेळ जो विद्याभ्यासांत घालवितो, व ज्यास ग्राम्यविषयसुखापेक्षां उत्तम जें विद्यासुख त्याची गोडी फार असते, तोच पंडित ह्या नांवास वास्तविक पात्र होय.

विद्येच्यायोगानें पुढें कल्याण होतें, हें तर उघडच आहे. परंतु तिच्या योगानें अभ्यासकाळींसुद्धां सुख होतें, असें सिद्ध करून देण्यास कांहीं श्रम पडावयाचे नाहींत. जी गोष्ट माहीत नसते ती समजण्याविषयीं प्रयत्न करून समजली असतां आपणांस मोठा आनंद होतो; व ती एकाएकीं कळली असतां फारच चमत्कार वाटतो; ह्या गोष्टी जर खऱ्या आहेत, तर अशा जातीचें सुख पदार्थविज्ञानाचे अभ्यासानें जें प्राप्त होईल त्यास मर्यादाच नाहीं. पदार्थ विज्ञानांत जड पदार्थ विषयक म्हणून जितकीं शास्त्रें आहेत त्या सर्वांचा अंतर्भाव होतो; ह्याकरितां त्या शास्त्रांपैकीं कांहीं शास्त्रें घेऊन त्यांतल्या चमत्कारिक गोष्टी उदाहरणार्थ दाखवितों. प्रथमतः आपण यंत्रशास्त्र घेऊं; ह्यांत गतीच्या नियमांविषयीं विचार आहे. ह्या शास्त्रांत कांहीं गोष्टी फारच अद्भुत आहेत. ह्या शास्त्राच्या योगानें असें समजतें,

कीं कांहीं शेर पाणी घेऊन तें कांहीं विशेष रीतीनें ठेविलें असतां यांत्रिकशक्तीची कांहींएक योजना केल्यावांचून त्या पाण्यापासून मोठा अनिवार्य जोर उत्पन्न होतो; व त्या जोरानें मोठालीं यंत्रें फिरतात. तसेंच लोखंडाच्या कांहीं कांबींचीं टोकें एकमेकांशीं कांहीं विशेष प्रकारानें जुळून एक्या बाजूस थोडेसें वजन लाविलें असतां त्या थोड्या वजनानें कितीएक मणांचें, किंबहुना कितीएक खंडींचें, वजन दुसऱ्या बाजूस तोललें जातें. ह्या गोष्टी सांगोसांगीच्या नव्हत, ज्यास पाहिजे त्यानें करून पाहिल्या असतां प्रत्यक्ष व्हावयासारख्या आहेत. ह्या गोष्टी काय सामान्य चमत्काराच्या आहेत? मनुष्यांनीं रिकाम्या उगीच कल्पना करून भुतांच्या व राक्षसांच्या भयंकर कृत्यांच्या कल्पित कादंबरी रचल्या आहेत; ज्यापासून मुलांस व अज्ञान लोकांस मौज वाटते, त्या कल्पित कादंबरींत सुद्धां वर सांगितलेल्या गोष्टींपेक्षां चमत्कारिक गोष्टी सांपडणें कठीण. दर्शनानुशासन, ज्यांत प्रकाशाच्या गतीविषयींचे वगैरे नियम सांगितले आहेत, त्याही शास्त्रांत आश्चर्यकारक पुष्कळ गोष्टी आहेत. बहुतकाळपर्यंत महान् महान् विद्वानांची अशी समजूत होती, कीं पांढरेपणा रंग नव्हे; तर पदार्थाचे ठायीं तांबडेपणा वगैरे कोणताही रंग नसला ह्मणजे तो पदार्थ पांढरा दिसतो; परंतु दर्शनानुशासनावरून असें सिद्ध झालें, कीं जो पांढरेपणा रंग सामान्याचा अभाव असा वाटत होता तो सर्व रंगांचा संकर होय; म्हणजे तांबडा, निळा, हिरवा, पिवळा, वगैरे सर्व रंग कांहींएका प्रमाणानें परस्परांशीं मिळविले असतां त्या सर्वांपासून पांढरा रंग उत्पन्न होतो; ही गोष्ट काय थोड्या आश्चर्याची आहे? रसायनशास्त्र, ज्यांत भिन्न भिन्न जातींच्या पदार्थांचा संयोग झाला असतां त्यापासून होणाऱ्या कार्यांचें निरूपण असतें, तें शास्त्रही चमत्कारांविषयीं कमी असें नाहीं. त्यांत ही अद्भुत चमत्कार पुष्कळ आहेत. त्या शास्त्राच्यायोगानें असें सिद्ध होतें, कीं कोळसा व हिरा हे दोन्ही पदार्थ एकाच द्रव्याचे झाले आहेत. तसेंच पाण्याच्या घटकावयवामध्यें प्रधान जो अवयव आहे तो (हैड्रोजन) ज्वालाग्राही (पेट घेणारा) आहे; व बहुतकरून सर्व आसिडें (आम्ल पदार्थ) निरनिराळ्या जातींच्या वायुरूप पदार्थांपासून झालीं आहेत; व त्या आसिडांपैकीं एक आसिड—ज्यास

इंग्रजींत आक्काफार्टीस ह्मणतात—तें इतकें जलाल आहे, कीं त्यांत बहुतकरून कोणताही धातु टाकिला असतां वितळून जातो. तें आसिद व ज्याच्या योगानें आपण श्वासोच्छ्वास करितों तो साधारण वायु ह्या दोहोंचे घटकावयव एकच आहेत. ह्या गोष्टी समजल्या असतां विचारशील जो मनुष्य आहे, किंवा विचारशील कशास पाहिजे, विचार करण्याचीं कांहीं सवय म्हणून ज्यास आहे, त्यास आश्चर्य व आनंद हीं वाटल्यावांचून कदापि रहावयाचीं नाहींत. पण वर सांगितलेल्या गोष्टी ज्योतिषशास्त्रावरून ज्या गोष्टी समजतात, त्यांपुढें कांहींच नाहींत. त्या गोष्टी कोणत्या म्हणाल तर आकाशांतल्या ताऱ्यांचें विशाल महत्व, त्यांचीं परस्परांपासून अमर्याद अंतरें, त्यांची अगणनीय संख्या, व त्यांच्या गती, कीं ज्या गतींची त्वरा मनांत सुद्धां आणितां येत नाहीं, इत्यादि होत; व ज्या गोष्टी ऐकिल्या असतां कल्पना अगदीं थक्क होऊन तिची गतिच कुंठित होतें.

नवीन व अद्भुत गोष्टी समजल्यापासून जसा आनंद होतो, तसाच ज्या गोष्टी सामान्य लोकांच्या समजुतीस पराकाष्ठेच्या भिन्न भिन्न दिसतात, त्या गोष्टींचें परस्परांशीं सादृश्य किंवा त्या परस्परांत कार्यकारण भावादि संबंध हीं विद्याभ्यासाच्या योगानें कळलीं असतां मोठा आनंद होतो. ह्यास उदाहरण. असें पहा, कीं प्राण्यास उष्णतेचा जो प्रत्यक्षानुभव होतो, व पातळ पदार्थांच्या ठायीं जो पातळपणा असतो हीं दोन्हीं एकाच कारणाचीं कार्यें होत; तसेंच हिवाळ्यांत कडक थंडी पडली असतां संध्याकाळीं मांजराच्या आंगावरून हलका हात फिरविला म्हणजे त्याच्या केंसांतून ज्या ठिणग्या पडतात, त्या, व आकाशांत मेघांमध्यें जी वीज चमकते ती, हीं दोन्ही एकच आहेत; तसेंच प्राणी जसे श्वासोच्छ्वास करितात, तशीं झाडेंही श्वासोच्छ्वास करितात; भेद इतकाच, कीं त्यांची दिवसाची व रात्रींची श्वासोच्छ्वासक्रिया निरनिराळ्या वायूनीं होते; तसेंच ज्या वायूनें दिवा जळतो त्याच वायूनें (हैद्रोजनानें) कृत्रिम विमान अंतरिक्षांत चढतें; इत्यादि गोष्टी समजल्या असतां केवढी मौज वाटतें बरें? अग्नीचा दहनव्यापार व प्राण्यांचा श्वासोच्छ्वास करण्याचा व्यापार; तसेंच धातूंस जंग चढणें आणि अग्नीचा दहनव्यापार;

तसेंच रात्रीस झाडांचा सामान्य वायूवर जो व्यापार होतो तो व त्याच वायूवर प्राण्यांचा सर्वकाळ होणारा व्यापार, आणि जळणाऱ्या पदार्थांचा त्याच वायूवरचा व्यापार, ह्या सर्व क्रिया सामान्य समजुतीस परस्परांशीं जितक्या विसदृश दिसतात, किंवा त्या एकाच कारणानें होण्याचा जितका कमी संभव दिसतो, तितका विसदृशपणा किंवा तितका कमी संभव, दुसऱ्या कोणत्याही दोन क्रिया घेतल्या असतां, त्यांत सांपडणार नाहीं. असें असतां विद्येच्या दृष्टीनें पाहिलें ह्मणजे ह्या सर्व क्रियांचें स्वरूप एकच आहे; व त्या सर्वांचें कारणही एकच आहे. तसेंच वाफेच्या यंत्राची गति, आणि माशीचें भिंतीवर चालणें ह्या दोहोंमध्यें सादृश्य आहे असें कोणाच्या स्वप्नीं सुद्धां येणार नाहीं; तथापि वास्तविक पाहिलें असतां हे दोन्ही व्यापार घडण्याचें कारण एकच आहे, तें कारण ह्मटलें ह्मणजे वातावरणाचा दाब होय. तसेंच समुद्रांत एक जनावर असतें तें बर्फाच्या ढिगावर चढतें. तेंही ह्याच कारणाच्या योगानें चढतें. ह्या ज्या गोष्टी सांगितल्या त्यांपेक्षां विशेष चमत्कारिक गोष्टी सांपडावयाच्या कठीण. सामान्य मनुष्यांस ज्या गोष्टी अगदीं विसदृश दिसतात, व ज्यांचा परस्परांशीं संबंध असेल असें कोणाच्याही ध्यानीं, मनीं असत नाहीं, त्या गोष्टीमध्यें सादृश्यादि संबंध एकाएकीं भासूं लागल्यानें चित्तास जसें आश्चर्य होतें, व आनंद वाटतो, व तेणेंकरून अंतःकरण जसें तल्लीन होऊन जातें, त्यापेक्षां विशेष आश्चर्य वगैरे उत्पन्न करणाऱ्या गोष्टी कल्पित कथांत देखील आढळावयाच्या नाहींत. आतां पृथ्वीवरील गोष्टी सोडून अंतरालांत जे असंख्य तारे फिरतांना दिसतात त्यांच्या रचनेचा विचार करूं लागलें असतां, त्या विचारापासून जीं सादृश्यें व जे संबंध लक्ष्यांत येतात, त्यांचें मनन करूं लागलें म्हणजे चित्त आश्चर्यसमुद्रांत बुडून जातें; व इतकें आश्चर्य वाटण्याचें मुख्य कारण इतकेंच कीं, जेथें सादृश्यादि असण्याची वार्ता सुद्धां कोणाच्या मनांत कधीं यावयाची नाहीं, तेथें तें इतकें पूर्ण आहे, कीं तें एक वेळ लक्षांत आलें म्हणजे त्याविषयीं मनांत शंका ह्मणून तिलमात्रही राहात नाहीं. पहा बरें, ही गोष्ट अत्यंत आश्चर्याची नव्हे काय, कीं ज्या शक्तीच्या योगानें पृथ्वी आपला विद्यमान गोलरूप आकार राखून सूर्याभोंवतीं आ-

पल्या कक्षेंत फिरते, त्याच शक्तीनें अंतरालांतील प्रत्येक गोलास त्याचें स्थान व त्याची गति हीं प्राप्त झालीं आहेत; तसेंच त्याच शक्तीच्या योगानें चंद्र आपल्या कक्षेंत राहून पृथ्वीसभोंवतीं फिरत आहे; व पृथ्वीवर समुद्रास ओहटी व भरती ज्या येतात, त्याही त्याच शक्तीपासून होतात; व वर धोंडा फेंकला असतां खालीं पडतो, तोही त्याच शक्तीमुळें पडतो. हें सादृश्य कल्पनेनें केवळ मानलें आहे असें नाहीं; तर ह्या सर्व गोष्टी गणितानें सिद्ध झाल्या आहेत. असो, ह्या सर्व गोष्टी समजून त्यांचें मनन केलें असतां, अंतःकरण त्यांत निमग्न होऊन मनुष्यास मोठा व उत्तम प्रकारचा आल्हाद होतो, हें अनुभवसिद्ध आहे.

विद्याभ्यासापासून होणाऱ्या आनंदाचे प्रकार सांगतांना सर्वांत उत्तम जो आनंदाचा प्रकार तो सांगावयाचा अजून उरलाच आहे. विद्येच्या योगानें मनुष्याचें ज्ञान वाढलें म्हणजे त्यास ह्या सृष्टीच्या रचनेंत **विधात्यानें** जें आपलें अगाध चातुर्य व अपार कृपा हीं योजिलीं आहेत, तीं दृष्टीस पडूं लागतात. विद्या शिकून प्रगल्भबुद्धि झालेला मनुष्य जिकडे जिकडे पाहतो तिकडे तिकडे ही सृष्टि संकल्पपूर्वक झाली आहे, ह्याविषयींचीं अद्भुत व बलवत्तर प्रमाणें त्याच्या नजरेस येऊं लागतात; व बहुतेक स्थलीं जो संकल्प म्हटला म्हणजे प्राण्यांस व विशेषेंकरून मनुष्यांस सुख व्हावें असा स्पष्ट समजतो; ह्यावरून निःसंशय असें अनुमान होतें, कीं सर्व सृष्टिरचनेचें जर आपणांस एकंदर ज्ञान होईल, तर हरएक वस्तू जी जी ह्मणून केली आहे, ती मनुष्याच्या कल्याणार्थ केली आहे असें स्पष्ट सिद्ध होईल. साती, भूकंप, इत्यादि ज्या कांहीं गोष्टी ह्या उद्देशास विरुद्धशा दिसतात, त्या आपल्या अज्ञानामुळें तशा दिसतात. असो, आतां चित्तास अत्यंत समाधान करणारें वरचें अनुमान तर आहेच; पण ह्याशिवायही विद्याभ्यासापासून आणखी एक अनिर्वाच्य आनंद होतो. तो असा, कीं त्या विद्येच्यायोगानें महाशिल्पी जो **परमेश्वर** तो हें विश्वरूप मंदिर कसकसें घडीत गेला, हें जसें काय आपल्या डोळ्यांनीं पहावें असें स्पष्टपणें कळून येतें; व त्या सर्व श्रेष्ट **कारागिरानें** अत्यंत लहानांपासून अत्यंत मोठ्यांपर्यंत सर्व कामांत जें अपार सामर्थ्य व जें अनुपम कौशल्य हीं खर्चलीं आहेत, तीं विद्येच्या उजेडानें व्यक्त होतात.

सृष्टपदार्थांचे मुख्य वर्ग तीन आहेत,

त्यांविषयीं.

यूरोपखंडांतील पंडित लोकांनीं सर्व सृष्टपदार्थांचे मुख्य तीन वर्ग केले आहेत. त्यांचीं नांवें:—एक खनिज वर्ग; दुसरा वनस्पति वर्ग; आणि तिसरा प्राणिवर्ग. पहिल्यावर्गांतल्या सृष्टपदार्थांचेठायीं जीव असत नाहीं; म्हणजे ज्यांस उद्देशून 'वांच' धातूचा प्रयोग कधींही होत नाहीं व सजीव पदार्थांचेठायीं जी विशेष अवयवरचना असते, जीस शारीररचना असें नांव दिलें असतां चालेल, ती रचना ह्या पहिल्या वर्गांतल्या पदार्थांचेठायीं नसते. ज्या सृष्टपदार्थांचे ठायीं जीव व शारीररचना हीं असतात, पण ज्यांच्याठायीं ऐछिक गति व इंद्रियजन्य ज्ञान हीं असत नाहींत, त्या सर्व पदार्थांचा दुसऱ्या वर्गांत ह्मणजे वनस्पतिवर्गांत अंतर्भाव होतो; आणि ज्या सृष्ट पदार्थांच्याठायीं जीव, शारीररचना, ऐच्छिकगति व इंद्रियजन्य ज्ञान, हीं असतात, ते सर्व पदार्थ तिसऱ्या वर्गांत म्हणजे, प्राणिवर्गांत येतात.

खनिजपदार्थ—जमीन खणून आंत पाहूं लागलें असतां, पृथ्वीच्या पोटांत मोठी चमत्कारिक व्यवस्था दृष्टीस पडते. पृथ्वीचा पृष्ठभाग पाहिला असतां तो बहुतकरून एकसारखा आढळतो, परंतु आंत तसा सारखेपणा दिसत नाहीं. त्या पृष्ठभागाखालीं चिकण माती, मुरूम, वाळू इत्यादि पदार्थांचे थर एकाखालीं एक अशा क्रमानें आढळतात. त्यांची खोली निरनिराळी असते. कांहीं थर फारच पातळ असतात; त्यांची जाडी कांहीं थोडेसे इंच मात्र असते; व कांहीं फार खोल असतात; त्यांची जाडी कितीएक फूट असते. हे थर प्रायः आडवे, म्हणजे क्षितिजाशीं समांतर असे असतात; व कांहीं ठिकाणीं, व विशेषेंकरून, डोंगराळ जे देश असतात, तेथें, हे थर कमीजास्त तिरपे असतात; म्हणजे त्यांशीं व क्षितिजांशीं निरनिराळ्या अंशांचे कोन होतात आणि ज्या ठिकाणीं प्रदेश कांहीं चढावाचा व कांहीं उताराचा असतो, त्या ठिकाणीं ह्या थरांचा आकार चढत्या उतरत्या लांटांसारखा असतो. (पहिली आकृति पहावी.)

मनुष्यांनीं गरज लागल्यामुळें किंवा मौजेनें जमिनींतले हे थर पाहिल्यावरून आजपर्यंत जे त्यांस ज्ञान प्राप्त झालें आहे, त्यावरून निःसंशय असें सिद्ध होतें, कीं मनुष्यांस व इतर प्राण्यांस आवश्यक जे पदार्थ त्यांची रचना **परमेश्वरानें** मोठ्या चातुर्यानें केली आहे. पहिला थर ह्मटला म्हणजे बहुतकरून पिकाऊ अशा काळ्या मातीचा असतो. ही माती झाडें व प्राण्यांचीं शरीरें हीं कुजून त्यांपासूनच प्रायः झालेली असते. ह्या थरापासून वनस्पतींचें पोषण होतें; व तद्द्वारा ही माती सर्व प्राण्यांच्या जीवनास परंपरेनें कारण होते. ही खालीं प्रायः चिकण मातीचा जाडा थर सांपडतो. त्या मातीपासून विटा, कौलें, नाना प्रकारचीं मातीचीं पात्रें, व संसारांत उपयोगीं पडणाऱ्या दुसऱ्या हजारों वस्तू उत्पन्न होतात. हीखालीं मुरुमाचे मोठाले थर सांपडतात; त्यांचा मनुष्यास पुष्कळ प्रकारें उपयोग आहे. त्यांखालीं नाना प्रकारचें कुरुंदाचे थर, चुनखडीचे थर हे लागतात. हीं द्रव्यें नाना प्रकारच्या इमारती बांधण्यास, व दुसऱ्या मोठमोठ्या पुष्कळ कामांस, उपयोगीं पडतात, हें प्रसिद्धच आहे. हे थर धातूंच्या खाणींच्या भोंवतालीं बहुतकरून असतात. ह्यांखालीं स्लेटीचे थर लागतात; व स्लेटीच्या थरांखालीं दगडी कोळशांचे मोठे मोठे थर आढळतात. हे कोळसे मनुष्याच्या सुखास बहुत प्रकारें कारण आहेत; व कांहीं देशांत जर हे कोळसे नसते तर तेथें मनुष्यांची वस्तीच झाली नसती. आतां हें खरें आहे, कीं सर्व ठिकाणीं वर सांगितलेले सर्व थर सांपडतात, असें नाहीं; व वर सांगितलेल्या, क्रमानें सर्वदां ते असतात, असाही अर्थ नाहीं तथापि वर जो प्रकार सांगितला तो त्यांच्या व्यवस्थेविषयींचा सामान्य नियम होय.

खनिज पदार्थांचा सामान्य व उघड विभाग म्हटला ह्मणजे, त्यांचे चार वर्ग होतात. धोंडें, क्षार, दाह्य--जळणारे पदार्थ--आणि धातू. धोंड्यांचे वर्ग दोन; पार्थिव धोंडे व क्षार गुणक धोंडे. तसे धातूंचेही दोन वर्ग केले आहेत. प्रसरणशील धातू व ठिसूळ धातू. प्रसरणशील म्हणजे जे हातोड्यानें पातळ करितां येतात ते; व ठिसूळ म्हणजे जे ठोकिले असतां फुटतात, पातळ होत नाहींत ते.

झाडें----झाडाचे मुख्य भाग म्हटले म्हणजे मुळें, झाडाचा जमिनीवरचा भाग व फुलें आणि फळें, असे होत.

झाडांच्या मुळांच्याठायीं डोळ्यांस रंजन करणारी शोभा कांहीं असत नाहीं, म्हणून तीं बहुतकरून जमिनींत झांकलेलीं असतात. असें आहे, तरी तीं झाडांच्या रक्षणास व जीवनास वगैरे फारच उपयोगी आहेत. त्यांत पुष्कळ वाहिन्या असतात; त्यांच्यायोगानें तीं जमिनींतून द्रवांश आकर्षून घेऊन झाडाचें पोषण करितात; तीं जमिनींत खोल गेल्यामुळें झाडास बळकटी येऊन तें वाऱ्यांनें वगैरे उलथून पडत नाहीं. मुळांच्या जाती पुष्कळ आहेत; व त्याचे टिकण्याचे काळ निरनिराळे आहेत. झाडें ज्या ठिकाणीं असतात त्या ठिकाणाची कांहीं गैरसोय असल्यास ती बहुतकरून त्या मुळांच्या योगानें मोठ्या चमत्कारिक रितीनें नाहींशी होते. ह्यास उदाहरणः–झाडांचीं मुळें चाललीं असतां, त्यांच्या वाटेंत धोंडा असल्यास तीं आपली दिशा बदलतात; तसेंच उखीर जमीन लागली असतां, तींत न जातां तीं चांगल्या पिकाऊ जमिनींत जातात; व कधीं कधीं झाड खंदकाच्या खडकाळ बाजूवर उगवलें असतां त्याचीं मुळें त्या खडकाळ बाजूनें खंदकांत उतरून दुसऱ्या बाजूनें वर चढून चांगल्या जमिनींत जातात.

जमिनीवरचा झाडाचा भाग म्हटला म्हणजे सूक्ष्म च्छिद्रांचें जाळें आणि रसवाहिन्या हीं मिळून झाला असतो; व ह्याची रचना मोठ्या चमत्कारिक रितीनें केली असते; व त्या रचनेंतले सर्व अवयव झाडाचें पोषण वगैरे व्हावयास अवश्यक ज्या क्रिया आहेत त्या करण्याजोगे केलेले असतात. बाहेरून झाडाचा पहिला अवयव म्हटला म्हणजे साल होय. त्या सालीवरून एक पापुद्रा असतो. हा पापुद्रा जिवंत झाडाच्या सर्व भागांवर आढळतो. तो सर्वत्र सारखा जाड असत नाहीं. तो फुलांच्या पांकळ्या इत्यादि नाजूक भागांच्या ठिकाणीं फारच पातळ असतो; व कोरफडीच्या झाडावर वगैरे फार जाड असतो. ह्या पापुद्र्यास कितीएक ठिकाणीं बारीक बारीक पुष्कळ भोंकें असतात; त्यांच्यायोगानें झाडाची अंतर्रचना व वातावरण ह्यांच्यामध्यें संबंध राहतो. ह्या पापुद्र्याच्या आंत सरंध्र त्वचा असते. तिचा रंग बहुतकरून हिरवा असतो व मोठाल्या झाडांच्या खो-

डांत ह्या त्वचेच्या खालीं सालीचे थर असतात; व त्यांच्या मागें अंतर्साल असते. अंतर्साल ही सालीची आंतली मर्यादा होय. सालीच्या आंत लांकूड लागतें. लांकडाच्या मध्यभागीं कधीं कधीं गाभा असतो. ह्या अवयवापासून झाडास काय उपयोग होतो, ह्याविययीं वनस्पति शास्त्राचा अद्याप सिद्धांत झाला नाहीं; निरनिराळ्या पंडितांचीं निरनिराळीं मतें आहेत. असो, लांकडांत दोन प्रकार असतात. निबर लांकूड; व कोवळें ह्मणजे नवें लांकूड. दुसरें पहिल्यापेक्षां विशेष मऊ व विशेष फिक्या रंगाचें असतें. झाड वाढत असतां त्याच्या आंगांत दर वर्षास एक एक नवा लांकडाचा थर उत्पन्न होतो; व हे थर वाटोळे असतात, ह्यामुळें लांकडांत एककेंद्रक अशीं वर्तुळें होतात; आणि त्यांच्या योगानें, लांकूड चिरलें असतां, त्याच्या आंतील पृष्ठभागास शोभा येते; व त्या वर्तुळांच्या योगानें झाड किती वर्षांचें आहे, हेंही समजतें. झाडाच्या आंगांत ज्या रसवाहिन्या असतात,त्या मुळांच्या टोकांपासून नव्या लांकडांतून वर जाऊन पानांत शिरतात. मुळें जमिनींतून जो द्रव्यांश शोषून घेतात, त्याचा रस होतो. मग तो रस मुळांतून वाहिन्यांच्या योगानें पानांत जातो; आणि तेथें त्यावर कांहीं चमत्कारिक रसायनक्रिया होऊन त्याचे गुण बदलून तो तेथून परततो तो दुसऱ्या वाहिन्यांच्या योगानें पानांच्या देठांतून, अंतर्सालींत उतरतो. आणि ह्या ठिकाणीं म्हणजे अंतर्सालींत, त्या रसाचें पृथक्करण होऊन त्यापासून झालेले मुख्य मल तेथें जमतात. ह्यास उदाहरणें; दालचिनी ही एक साल आहे, तीस वर सांगितल्याप्रमाणें विशेष रुचि प्राप्त होते, पेरुवियन बार्क म्हणून एक साल आहे, तीस ज्वरनाशक गुण प्राप्त होतो; ओक नामक झाडाच्या व. तरवडाच्या सालींस कातडीं न कुजतां चांगलीं राखण्याचा गुण प्राप्त होतो; व चंदनास उत्तम प्रकारचा अक्षय्य सुवास प्राप्त होतो. चंदनाच्या सुवासरूप गुणाचें एका रसिक कवीनें सुरस वर्णन केलें आहे. तो म्हणतो, कीं साधूचा धर्म म्हटला म्हणजे अपराधाची केवळ क्षमा करावी असें नाहीं; तर त्यानें शत्रूंवर उलटा उपकारच करीत असावें; जसा चंदनवृक्ष पडतां पडतां आपणास तोडणाऱ्या कुऱ्हाडीचें तोंड सुगंधयुक्तच करितो.

वनस्पतीचा तिसरा भाग पुष्प होय. पुष्पांत सात भाग किंवा अ-

वयव असतात, ते हे होत. पुष्पावरण, फुलवरा, उपकेसर, मध्यकेसर, बीजवेष्टन, बीज, आणि पुष्पाधार. पुष्पावरण म्हणजे कळीच्या वरून जें हिरवें आच्छादन असतें तें. हा भाग फुलवऱ्याच्या बाहेरच्या बाजूस असतो. फुलवरा म्हणजे, फुलाचा रंगित जो भाग असतो व ज्याच्या योगानें फुलास मुख्यत्वेंकरून शोभा येते तो. ह्या भागांतल्या प्रत्येक पानास पांकळी असें म्हणतात. मध्यकेसर व उपकेसर हे फुलामधील तंतु होत. त्यांत मध्यभागीं जो तंतु असतो तो मध्यकेसर; व त्याच्या भोंवतालीं जे तंतु असतात, ते उपकेसर. ह्या केसरांच्या शेवटांस टिकल्या असतात. त्या पक्व झाल्या म्हणजे त्यांत बारीक पीठ उत्पन्न होतें; त्यास पराग म्हणतात- मध्यकेसराच्या मुळाशीं जो भाग असतो तो परिपक्व झाला म्हणजे त्यास बीजवेष्टन म्हणतात. ह्या बीज वेष्टनासच आकारभेदेंकरून फळ, बोंड, शेंग, इत्यादि नांवें आहेत. बीज म्हणजे बीं, हें प्रसिद्ध आहे. ह्यास्तव त्याचें वर्णन करण्याची गरज नाहीं. आतां पुष्पाचे हे सर्व भाग ज्यावर असतात त्या अवयवास पुष्पाधार हें नांव दिलें आहे. जसें झेंडूच्या फुलांतली वाटी; किंवा गुलाबाच्या फुलाखालचा पेला. (दुसरी आकृति पहावी)

प्राणी—प्राण्यांचे सहा वर्ग केले आहेत. ते येणेंप्रमाणें. सस्तन प्राणी, पक्षी, जलस्थलचर प्राणी, मत्स्य, कीट आणि कृमि. ज्या प्राण्यांस जिवंत पिलीं होतात, व जे त्या पिलांस आंगावर पाजतात, त्या सर्व प्राण्यांचा पहिल्या वर्गांत अंतर्भाव होतो. ह्या प्रकारचे प्राणी मनुष्यें चतुष्पद जनावरें, वडवागळें, देवमासें, वगैरे होत. परांनीं ज्यांची शरिरें वेष्टित असतात, ते सर्व प्राणी पक्ष्यांच्या वर्गांत जातात. जलस्थलचर प्राण्यांचा वर्ग तिसरा. ह्या वर्गांतल्या प्राण्यांचीं शरिरें गार व निर्लोम असतात. ते मुख्यत्वें फुफुसांच्या योगानें श्वासोच्छ्वास करितात खरें; तथापि पुष्कळ वेळपर्यंत दम कोंडून धरण्याचें सामर्थ्य त्यांस असतें. ते लवकर मरत नाहींत. त्यांच्या शरिरांचे कांहीं अवयव गेलें असतां, ते त्यांस पुनः येतात. तसेंच त्यांस पुष्कळ वेळपर्यंत भूक काढण्याचें सामर्थ्य असतें- ते कधीं कधीं महिन्यांचे महिने उपाशीं रहातात, व तसें

राहिल्यानें त्यांस कांहीं इजा होत नाहीं. कांसवें, बेडक्या वगैरे प्राणी ह्या वर्गांतले होत. मत्स्यांचा वर्ग चवथा. ह्या वर्गांतले सर्व प्राणी पाण्यांत रहातात, व त्यांस पंखासारखे कांहीं अवयव असतात त्यांच्या योगानें त्यांस पाण्यांत फिरतां येतें. ह्या वर्गांतले प्राणी फुफुसांनीं श्वासोच्छ्वास करीत नाहींत. त्यांस श्वासोच्छ्वास करण्याचीं इंद्रियें निराळींच असतात. त्या इंद्रियांस इंग्रजीं भाषेंत गिल म्हणतात. कीट व कृमि हे शब्द लौकिकांत एकार्थकच आहेत; तरी येथें त्यांचा निरनिराळ्या अर्थीं प्रयोग केला आहे. कीट शब्दानें ज्या प्राण्यांचीं आंगें तुकडे सांधून झालेल्या सारखीं दिसतात, अशा प्रकारचे डोंगळे पतंग इत्यादि प्राणी समजावे. ह्या प्राण्यांच्या शरिरांचे मुख्य तीन भाग दिसतात, डोकें, ऊर, आणि पोट. ह्यांस बहुतकरून सहा किंवा अधिक पाय असतात; व ह्यांखेरीच पंखही असतात; व तोंडांशीं दोन तंतु असतात, त्यांच्या योगानें त्यांस स्पर्शज्ञान होतें. बहुतकरून ह्या सर्व प्राण्यांस साऱ्या जन्मांत दोन तीन वेळ रूपांतरें प्राप्त होतात. जसें, पतंग हा मुळीं कुसरूड असतो; मग कांहीं काळानें त्यास कोशावस्था प्राप्त होते; व शेवटीं त्यास पतंगाचें रूप प्राप्त होतें. कृमींचा वर्ग सहावा. गांढुळें, आळ्या, गोगलगाई इत्यादिकांचा ह्या वर्गांत संग्रह होतो. ह्या वर्गांतल्या प्राण्यांची गति फार मंद असते; व त्यांचीं शरिरें मऊ व मांसमय असतात. इतर वर्गांतल्या प्राण्यांहून ह्या वर्गांतल्या प्राण्यांच्याठायीं भेदक चिन्ह मुख्य हें होय, कीं ह्या प्राण्यांस तोंडाजवळ स्पर्शेंद्रियें असतात; त्यांस लौकिकांत शिंगें असें कधीं कधीं म्हणतात.

हें जें वर सृष्टपदार्थांच्या तीन प्रधान वर्गांचें व त्यांतील मुख्य मुख्य अवांतर विभागांचें वर्णन केलें, ते **लिनियस** नामें कोणी **स्वीदन** देशांत सुमारें शंभर वर्षांपूर्वीं महापंडित झाला होता, त्याच्या ग्रंथाच्या आधारानें केलें आहे. हे तीन प्रधान वर्ग स्वरूपतः भिन्न आहेत; तथापि त्यांचा परस्परांशीं संबंध आहे; व किती एक पदार्थ असे आहेत, कीं ते कोणत्या वर्गांतले आहेत, हें सांगावयास फारच कठीण पडतें. आतां हें खरें आहे, कीं खनिजवर्ग व इतर वर्ग ह्यांची परस्परांवर भ्रांति कदापि

व्हावयाची नाहीं; कारण निर्जीव पदार्थांस इतर दोन वर्गांतल्या पदार्थां-प्रमाणें जीव व शारीररचना हीं असत नाहींत, व ते बाहेरून नवें द्रव्य चिकटून वाढतात, सजीव पदार्थांसारखे शरिरांत पोषकरस जाऊन तद्द्वारा वाढत नाहींत, असा स्पष्ट भेद आहे; परंतु सजीव पदार्थांचे जे दोन वर्ग आहेत, म्हणजे वनस्पति वर्ग व प्राणिवर्ग, त्यांतील किती एक पदार्थांचें एकमेकाशीं इतकें सारखेपण असतें, कीं ते पदार्थ वनस्पति आहेत, किंवा प्राणी आहेत, हें स्पष्टपणें सांगवत नाहीं. असे पदार्थ समुद्रांत किती एक सांपडतात. आतां आपणांस असें जर कोणी विचारिलें. कीं शेवटच्या दोन वर्गांतल्या पदार्थांचे ठायीं त्यांचा पहिल्या वर्गांतल्या पदार्थांपासून भेद करणारें असें जीवतत्व म्हणून जें आहे, तें काय ? तर ही गोष्ट आम्हांस अगदीं ठाऊक नाहीं, असें कबूल केलें पाहिजे. आपण **ईश्वरास** जसा त्याच्या कृतीनें जाणतों; स्वरूपतः जाणत नाहीं; तसेंच जीवतत्वाच्या स्वरूपाचें आपणास ज्ञान नाहीं; तर त्याच्या कार्यांवरून मात्र तें समजावयाचें.

पृथ्वीच्या गोलत्वाविषयीं प्रमाणें.

पृथ्वी गोलाकार आहे, हा अर्वाचीन भूगोलविद्येचा एक मूळ सिद्धांत आहे. ह्या सिद्धांताच्या खरेपणाचीं जीं प्रमाणें आहेत, तीं सर्व इंद्रियगोचर आहेत. तीं प्रमाणें अशीं, कीं पृथ्वीवरील किती एक पदार्थ व आकाशांतील कांहीं पदार्थ हल्लीं ज्या रीतीनें दिसतात, ते पृथ्वी गोलाकार नसती, तर त्या रीतीनें दिसले नसते. आतां त्याप्रमाणांचें कांहीं सविस्तर निरूपण करितों.

उंच किल्ले, गलबतें, व डोंगर ह्यांपासून आपण दूर जसें जसें जावें, तसतसे ते पदार्थ क्षितिजाखालीं जाऊं लागतात. प्रथमतः त्यांचीं बुडें दिसेनातशीं होतात. मग त्यांचे मध्य अदृश्य होतात; व शेवटीं शेंडे क्षितिजाखालीं जातात. तसेंच आपण ह्या पदार्थांकडे येऊं लागलें असतां विपरीत क्रम दृष्टीस पडतो, म्हणजे जसजसें त्यांच्याजवळ यावें, तसतसे प्रथमतः त्यांचे शेंडे दिसतात; मग त्यांचे मध्य; व सरतेशेवटीं त्यांचीं बुडें दृष्टीस पडतात. तर असें कां होतें, ह्याचा विचार करूं लागलें असतां

स्पष्ट सिद्ध होतें, कीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची पातळी सपाट नाहीं; तर घुमटाच्या वरच्या बाजूच्यासारखीं कौंसाकृति आहे; व तशी ती आहे, म्हणून मनुष्य समुद्रतिरीं उभा राहिला असतां, व त्यास पलीकडच्या गलबताचीं शिडें व डोलकाठी दिसत असतां, ह्या पातळीचा उंचवटा मध्यें डोळ्यांआड आल्यामुळें त्या गलबताचा खालचा भाग दिसत नाहीं. तसेंच पृथ्वीवर दक्षिण, उत्तर, पूर्व, पश्चिम, वगैरे कोणत्या दिशेस जरी गेलें, तरी वर सांगितलेल्याप्रमाणेंच प्रकार दृष्टीस पडतो. ह्यावरून पृथ्वीचा सर्व पृष्ठभाग कौंसाकृतीजवळ जवळ आहे, म्हणजे पृथ्वीचा आकार गोलरूप आहे, असें अनुमान झाल्यावांचून रहात नाहीं. (तिसरी आकृति पहावी.)

आकाशांतल्या पदार्थांकडे पाहिलें असतां ते ज्या तऱ्हेनें दिसतात, त्या तऱ्हेवरून ही वरचेंच अनुमान होतें. ध्रुवाचा तारा हा खचक्राचा मध्य आहे, व हा अचल असून त्याच्या भोंवतीं इतर सर्व तारे फिरतात असें दिसतें. आपण जसजसें उत्तरेस जावें, तसतसा हा ध्रुवतारा क्षितिजापासून वर वर येतोसा दिसतो. तसेंच आपण दक्षिणेस जाऊं लागावें, तसतसा हा तारा खालीं खालीं जाऊं लागतो; व एकामागूनएक नवीन नवीन तारे दृष्टीस पडूं लागतात. ह्यावरून असें स्पष्ट सिद्ध होतें, कीं पुढें किंवा मागें जात असतां आपण ज्या पातळीवर चालतों, ती पातळी क्षितिज्याशीं समांतर नाहीं; तर ती कौंसाकृतीच असली पाहिजे. आणि ह्याप्रथाणें सर्वत्र घडतें, ह्यावरून असा सिद्धांत होतो, कीं पृथ्वीची दक्षिणोत्तर पातळी तरी निदान कौंसाकृति असली पाहिजे. तसेंच अशी एक गोष्ट अनुभवसिद्ध आहे, कीं देश जसेजसे पूर्वेकडे विशेष असतात, तसातसा तेथें सूर्योदय लवकर लवकर होतो; व जसजसे देश पश्चिमेकडे असतात, तसा तसा त्या देशांत सूर्योदय होण्यास विशेष विशेष विलंब लागतो; ह्यावरून असें सिद्ध होतें, कीं पृथ्वी पूर्वपश्चिमसुद्धां कौंसाकृतीच असली पाहिजे. कारण ती जर सपाट असतीं, तर तिच्या सर्व भागीं एक कालीं सूर्योदय होता.

तसेंच पृथ्वीच्या गोलत्वाविषयीं चंद्रग्रहणांवरूनही एक मोठें सबल

प्रमाण प्राप्त होतें. ज्योतिषशास्त्राचे आधारानें असें सिद्ध झालें आहे, कीं चंद्रग्रहणें जीं होतात तीं चंद्र आणि सूर्य ह्यांच्यामध्यें पृथ्वी येऊन, सूर्याचा उजेड चंद्रावर पडेनासा झाल्यामुळें होतात. तेव्हां ग्रहणकालीं चंद्रबिंबास जो कालिमा येतो तो त्यावर पडलेली पृथ्वीची छाया होय. आतां पृथ्वी आडवी, उभी, तिरपी, वगैरे कोणत्याही प्रकारें जरी असली तरी तिची छाया चंद्रबिंबावर वर्तुलाकार किंवा वर्तुलखंडाकार पडते; आणि पदार्थ उभा, आडवा, कसा असला तरी त्याची छाया वर्तुलाकृति, दुसऱ्या पदार्थावर पडावयाची ह्मटली ह्मणजे, तो पहिला पदार्थ गोलरूपच असावा लागतो. तसा नसल्यांस त्याची छाया तशी पडत नाहीं. ह्यावरून ही पृथ्वी गोलरूप आहे, असें सिद्ध होतें.

कितीएक लोक असें मानीत होते, कीं पृथ्वी तव्यासारखी वाटोळी असून सपाट आहे; व कोणाचें मत असें होतें, कीं ती नौबतीसारखी गोलार्धाकृति आहे. परंतु पुष्कळ लोकांनीं गलबतांत बसून पृथ्वीप्रदक्षिणा केल्यापासून तीं सर्व मतें नाहींतशीं झालीं. **मागिलन, ड्रेक** इत्यादि कितीएक पराक्रमी पुरुष गलबतांत बसून **युरोप**खंडांतून निघाले, ते एकसारखें पश्चिमेस जातां जातां, निघाल्या ठिकाणीं पुन्हां येऊन लागले. वाटेनें जात असतां दक्षिणेस जेथें जमीन लागे; तेथें मात्र तीस वळसा घ्यावयास ते दिशा बदलीत; परंतु त्यांनीं मुख्य आपला पश्चिमेचा रोंख सोडला नाहीं. कितीएक ज्योतिषवेत्त्या पंडितांनीं गणिताच्या आधारानें असें अनुमान केलें होतें, कीं पृथ्वी गोलाकृती असल्यास तिच्या ध्रुवांजवळ कितीएक महिन्यांच्या रात्री व दिवस असतील. पुढें **हीम्स्कर्क** नामें एक पुरूष गलबतांत बसून उत्तरेस गेला होता, तो हिंवाळ्यांत, **नोवाजेम्ला** म्हणून **यूरोप**खंडाच्या उत्तरेस एक बेट आहे, तेथें राहिला होता; त्याच्या प्रत्ययास ज्योतिषांनीं अनुमान केलेली गोष्ट आली; ह्मणजे त्यास तेथें कितीएक महिन्यांच्या रात्री दिसल्या. तसेंच कपतान **कुक** नामक एक पुरुष गलबतांत बसून, त्याच्यानें दक्षिण ध्रुववृत्ताच्या जितकें जवळ जाववलें, तितका जवळ गेला होता; तेव्हां त्याच्या प्रत्ययास असें आलें, कीं तो जसजसा ध्रुवाच्या जवळ जवळ जाई, तसतशी

ध्रुवाभोंवतीच्या प्रदक्षिणेची लांबी कमी होई. याप्रमाणें चाक्षुष प्रमाणानें पृथ्वी ध्रुवांकडे गोलाकृती आहे, असें सिद्ध झालें.

हीं जीं वर इतकीं, प्रमाणें सांगितलीं त्यांच्या योगानें पृथ्वी गोलरूप कल्पून ज्योतिषाच्या आधारानें विद्वानांनीं ज्या अटकळी केल्या होत्या, त्या प्रत्ययास बरोबर आल्यानें, आतां पृथ्वीच्या गोलत्वाविषयीं सयुक्तिक शंका ह्मणून अगदीं उरली नाहीं. आतां साधारण मनुष्यांस अशी एक शंका येते, कीं पृथ्वी निराधार अंतरालांत राहते कशी ? परंतु ही शंका विचार करून पाहता केवळ अज्ञानमूलक आहे असें ध्यानांत येईल. पहा बरें, आपण आकाशाकडे पाहिलें असतां, तेथें लक्षावधी तारे निराधार आपल्या दृष्टीस पडतात. तर त्यांप्रमाणें आपली एक पृथ्वी निराधार असण्यास काय अडचण आहे ? तसेंच दुसरी एक अशी शंका आपल्या मनांत येते, कीं पृथ्वी जर गोलाकृति आहे, व तिच्यावर चोहोंकडे मनुष्यें आहेत, तर आपल्या खालच्या बाजूस जीं मनुष्यें आहेत, तीं खालीं का पडत नाहींत ? परंतु विचारांतीं असें समजेल, कीं ही शंका शुद्ध अज्ञानमूलकच आहे. पृथ्वीच्या संबंधानें पाहिलें असतां वास्तविक खालीं किंवा वर ह्मणून कांहींच नाहीं. पृथ्वीकडे म्हणजे खालीं व पृथ्वीपासून समोर जी दिशा तें वर असा त्या शब्दांचा वास्तविक अर्थ आहे. तेव्हां आपल्या खालच्या आंगीं जे लोक आहेत, त्यांसही आपल्या सारखीच पृथ्वी खालीं आहे, व आकाश वर आहे, व आपणा दोघांचीही पृथ्वीवर स्थिती तिच्या आकर्शणानें झाली आहे.

खनिज पदार्थांपैकीं हिरा, काळीगार, आस्बेस्तोस, स्लेटीचादगड, अभ्रक, चुनखडी, अलाबास्तर, सोरा, आणि दगडीकोळसा, इतक्या पदार्थांविषयीं.

खनिज पदार्थांचा सोपा व उघड विभाग ह्मटला म्हणजे त्यांचे चार वर्ग होतात. ते येणेप्रमाणें, पाषाण, म्हणजे धोंडे, क्षार, दाह्य ह्मणजे जळणारे पदार्थ, आणि धातु. पहिल्या वर्गांतील मुख्य पदार्थ हिरे, माणकें

वगैरे रत्नें; गारा, चिकण माती, स्लेटीचे धोंडे, अभ्रक, चुनखडी, इत्यादि होत, दुसऱ्या वर्गांतले, तुरटी, मीठ, सोरा, नवसागर, गंधक, इत्यादि होत. दगडीकोळसा, नफतेल, शिलाजित वगैरे पदार्थ तिसऱ्या वर्गांत मोडतात. आतां चवथ्यावर्गांतले पदार्थ धातु हे प्रसिद्धच आहेत व त्यांचें विशेष वर्णन पुढें एका स्वतंत्र निबंधांत करावयाचें आहे; म्हणून त्यांविषयीं येथें कांहीं लिहीत नाहीं. असो, आतां ह्या चारवर्गांचें आणखी उपवर्ग आहेत. परंतु ह्या निबंधांत खनिज पदार्थांचें क्रमपूर्वक निरूपण करावयाचा उद्देश नाहीं; तर वर सांगितलेल्या पाहिल्या तीन वर्गांतल्या पदार्थांपैकीं चमत्कारिक किंवा उपयोगी अशा कितीएक पदार्थांचें संक्षेपानें वर्णन कर्तव्य आहे; ह्मणून ते उपवर्ग वगैरे येथें सांगण्याची गरज नाहीं.

हिरा—हिरा हा सर्व रत्नांमध्यें श्रेष्ठ आहे. हिरे अनेक रंगांचे असतात; परंतु त्यांचा साधारण रंग पांढरा किंवा भस्मी होय. कसबी कारागिरानें घांसलेला हिरा सूर्याच्या किंवा दिव्याच्या समोर धरला असतां त्यांत अनेक प्रकारचे शोभायमान रंग चमकतात. अर्वाचीन लोकांनीं हिऱ्यावर पुष्कळ प्रयोग करून पाहिले, त्या प्रयोगां अंतीं असें सिद्ध झालें, कीं हिरा हा सर्व खनिज पदार्थांमध्यें विशेष कठीण असतां ही तो दाह्य ह्मणजे जळण्याजोगा आहे. हिऱ्याचे दागिने होतात, हें तर प्रसिद्धच आहे. तसाच हा किती एक शिल्प कामांतही उपयोगीं पडतो. जडे लोक ह्याच्यायोगानें कठीण रत्नें कापतात, व त्यांवर नक्षी करितात. घड्याळें करणारे घड्याळें विशेष चांगलीं करावयाचीं असल्यास त्यांत हिरे लावितात. तसेंच भिंगवाल्यांस भिंगें कापण्यास हिराच लागतो. **पोर्तुगीज** लोकांच्या ह्मणजे, **फिरंगी** लोकांच्या राजाच्या संग्रहास एक मोठा हिरा आहे, इतका मोठा हिरा सगळ्या पृथ्वीवर दुसऱ्या ठिकाणीं नाहीं. हा हिरा मुळीं **ब्रेजील** ह्मणून **दक्षिण अमेरिका** खंडांत एक देश आहे, तेथें सांपडला. हा हिरा १६८० * कारात वजन आहे; व त्याची किंमत पांच कोटी रुपयांपेक्षां जास्त आहे. **रूस** देशाच्या पादशहाच्या जवळही एक हिरा आहे. तो अगदीं स्वच्छ आहे. त्याचें वजन १९५

---

* कारात ह्या वजनाचें मान दोन रतींच्या जवळ जवळ आहे.

कारांत आहे; व तो खबुतराच्या आंड्या एवढा मोठा आहे. ह्या हिऱ्याची मूळ कथा अशी सांगतात, कीं हा मुळीं ह्या आपल्या देशांत एका मूर्तीच्या डोळ्यांत बसविला होता. तो तेथून एका फरासीस शिपायानें चोरून नेला, व त्यास त्या रत्नाची किमत ठाऊक नसल्यामुळें, त्यानें फार थोड्या किंमतीस दुसऱ्या एका मनुष्यास विकला. पुढें तो एकापासून दुसऱ्याकडे ह्याप्रमाणें आणखी तीन मनुष्यांच्या हातीं गेला; व तिसऱ्यापासून **रूस** देशच्या राणीनें विकत घेतला. तिनें त्यास त्याचे ९०००० रुपये रोख दिले व, ४०००० रुपयांचें तहाहयांत वर्षासन करून दिलें.

काळीगार—काळीगार ही गारेचीच एक जात आहे. हा दगड फारच कठीण व फार घन असतो. ह्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्यापेक्षां तिप्पट आहे. हा फोडला असतां, ह्याचे पुष्कळ तुकडे होतात, व त्या सर्वांचे पृष्ठभाग गुळगुळीत असतात. ही गार पोलादावर झाडिली असतां हींतून ठिणग्या पडतात; त्यामुळें कितीएक काळपर्यंत बंदुकीच्या चापाला ह्या गारा लावीत असत. परंतु हल्लीं कांहीं वर्षांपासून गारांच्या जागीं फटाकड्यांची योजना केली आहे. असो, चिनई मातीचीं भांडीं करण्याच्या कारखान्यांत व कांच करण्याच्या कारखान्यांत ह्या गारांचें प्रयोजन लागतें. कांच करितात, ती अशी कीं, गारांची बारीक भुकटीकरून तींत कांहीं नियमित प्रमाणानें पापडखार मिळवितात. मग त्या मिश्रणास भटींत घालून खूप कडक आंच देतात, ह्मणजे त्याचा चांगला रस होतो. नंतर तो रस पोकळ नळीस लावून जें भांडें वगैरे करावयाचें असेल त्या एवढ्या व त्याच्या आकाराच्या साच्यांत ती नळी घालून फुंकितात म्यणजे कांचेचीं भांडीं तयार होतात. (चवथी आकृती पहावी.)

आस्‌बेस्तोस--आस्‌बेस्तोस ही अभ्रकाची एक जात आहे. ह्याचा रंग हिरवट किंवा रुप्यासारखा पांढरा असतो. ह्यापदार्थाचे धागे असतात; व हा डोंगराळ देशांत सांपडतो. आस्‌बेस्तोस हें नांव ज्या भाषेंतले आहे, तींत ह्याचा अर्थ अदाह्य असा आहे; तेव्हां ह्याच्या नांवावरूनच ह्याचा आंगचा असाधारण गुण समजतो. प्राचीन रोमन लोक ह्या पदार्थाचे,

व विशेषेंकरून ह्याची रेशिमासारखी मऊ जात असते तिचे, लांब लांब धागेकरून त्यांचे कापड विणीत. ह्या कापडास विस्तवाचें भय नसे; ह्यास्तव ते लोक ह्या वस्त्रांत प्रेतें गुंडाळून तीं जाळीत; ह्मणजे त्यांस त्यांची राख, तींत दुसरी राख न मिसळतां, जमाकरून राखून ठेवितां येई. **रोमन** लोकांत मढीं जाळून त्यांची राख भांडयांत घालून जतन ठेण्याची चाल असे. असो, **रोमन** लोकांत **प्लिनी** ह्मणून, सृष्ट पदार्थांचें वर्णन करणारा मोठा विद्वान होऊन गेला. तो आपल्या ग्रंथांत असें लिहितो, कीं मी एके ठिकाणीं मोठ्या मेजवानीस गेलों होतों. तेथें मेजावरील हतरावयाचीं कापडें, हात पुसावयाचे रुमाल, हे आसबेस्तोसचे केले होते; व खाना संपल्यावर ते रुमाल वगैरे चाकरांनीं सर्व मंडळीच्या देखत विस्तवांत टाकले; व बाहेर काढल्यावर पाहतों, तों ते धुतल्यापेक्षां, जाळण्यानें विशेष स्वच्छ झाले; असें आमच्या दृष्टीस पडलें. अर्वाचीन काळीं ह्या पदार्थाची योजना मुख्यत्वें हातपंजे, टोप्या, कंबरपट्टे, पैसा ठेवण्याचे कसे, हे जिन्नस करण्याकडे करितात. कधीं कधीं त्याचे कागद करितात. त्यास आगीचें भय नसतें. भूमध्यसमुद्रांत **कोर्सिका** ह्मणून एक बेट आहे. तेथें हा पदार्थ मातींत घालून तिचीं अनेक प्रकारचीं भांडीं वगैरे करितात.

स्लेटीचा दगड—हा खनिज पदार्थ अलीकडे ह्या देशांतील बहुत करून सर्व लोकांस माहीत झाला आहे. हा दगड पत्रे पत्रे एकत्र मिळून झाला असतो. ह्याचा रंग हिरवट, काळा, भुरका, किंवा जांबळा असा असतो. ह्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या दुप्पट आहे. हा दगड फोडला असतां ह्याच्या धलप्या होतात. ह्याचा उपयोग अनेक प्रकारें होतो. विलायतेंत घरांवर स्लेटीचे दगड ओंमणासारखे बसवितात. स्लेटीचें ओंमण करावयाचें असलें, म्हणजे पहिल्यानें त्या दगडांच्या पातळ चिपा करून त्यांस खुंट्या मारून त्या वांशांवर बसवितात; व आंत पाणी येऊं नये, ह्मणून कौलांप्रमाणें एका चिपेची बाजू दुसऱ्या चिपेवर टेंकिली असते. काळ्या रंगाच्या व घन ज्या शिळा असतात, त्यांच्या लिहावयाच्या स्लेटी करितात. त्या करण्याचा प्रकार असा, कीं दगडाच्या हव्या तितक्या जाडीच्या चिपा पहिल्यानें करून, त्या लोखं-

ड्याच्या एका हत्यारानें गुळगुळीत करितात. मग त्यास कुरंदानें घांसितात; व त्रिपली नांवाची पिंवळट एक माती आहे, तिनें घांसून त्यांस झिलई आणितात; व शेवटीं जिवंत कोळशाच्या भुकटीनें घांसितात; ह्मणजे त्या तयार झाल्या. स्लेटींवर लिहावयाच्या पेनसली ज्या असतात त्या त्याच जातीचा एक मऊ दगड आहे त्याच्या करितात. हा दगड फोडिला असतां त्याच्या लांबलांब धलप्या होतात. स्लेटीचा दगड चांगला घन असला ह्मणजे त्याच्या दौती, किंवा भांडीं, किंवा पुष्कळ मौजेच्या चिजा करितात. स्लेटींच्या ह्या जिनसांविषयीं मोठी चमत्कारिक सांगण्यासारखी एक गोष्ट आहे. ती ही कीं, ज्या घरांत स्लेटीच्या दगडांच्या वर सांगितलेल्या जिनसा करण्याचें काम चाललें असतें, तेथचें दार किंवा खिडकी एकाएकीं उघडली असतां, ज्या जिनसा तयार होत असतील, त्या एकदम फुटून चोहोंकडे तुकडे उडून जातात; पण त्याच जिनसा तयार झाल्यावर उघड्यांत ठेविल्या असतां त्यांस कांहीं होत नाहीं.

अभ्रक—अभ्रक हा पदार्थ प्रसिद्ध आहे. हाही पत्रे पत्रे जमूनच झाला असतो. ह्याचीं उकलून सूक्ष्म सूक्ष्म पानें करितां येतात; व त्या पानाचे ठायीं स्थितिस्थापकत्व पुष्कळ असतें; ह्मणजे तीं पानें वांकवून सोडिलीं असतां पहिल्या सारखीं साफ होतात. हीं पानें पारदर्शक असतात. त्यांचा रंग काळा किंवा पांढरा किंवा ह्या दोन रंगांच्या मधला, असा असतो. हा पदार्थ इतका मऊ आहे, कीं तो नखानें देखील सहज खरवडला जातो; व पत्रें उकलूं लागलें असतां, फाटल्यासारखा वाटतो. **रूस** देशांतील **सैबीरिया** वगैरे उत्तर प्रांतांत अभ्रकाचे पातळ पत्रे तावदानां ऐवजीं खिडक्यांस लावितात तसेंच **रूस** देशांत गलबतांच्या खिडक्यांस वगैरे तर अभ्रकच लावितात; कांच लावीत नाहींत; व असें करण्याचें कारण हेंच कीं अभ्रकास कांचेसारखें तोफांच्या आवाजानें हादरून फुटण्याचें भय नसतें. शिंगें घांसून कंदिलांस लावीत असतात; त्या शिंगांच्या जागीं अभ्रक योजला तर चागलें. कारण हा पदार्थ शिंगापेक्षां विशेष पारदर्शक असून, त्यास

दिल्यापासून इजा होण्याचें भय कमी आहे; पण हे गुण जसे अभ्रकांत आहेत तसे त्यांत कांहीं दोषही आहेत, ते असे, कीं तो लवकर मळतो; व उघाडीवर ठेवण्यानें त्याचा पारदर्शकपणाही लवकर जातो.

चुनखडी—चुना हा पदार्थ जाळून त्यास चिकटलेले दुसरे पदार्थ दूर केले ह्मणजे त्याच्या आंगचा पांढुरका रंग दिसूं लागतो. हा तोंडांत घातला असतां तिखट लागतो, व तोंड भाजतो, व ज्या भागास लागतो तेथें चट्टा पडतो. वनस्पतींपासून झालेल्या निळ्या रंगाच्या पदार्थांत हा घातला असतां, त्याचा निळा रंग जाऊन हिरवा रंग येतो. तसेंच हाडें वगैरे प्राण्यंगांस चुन्याचा संबंध झाला असतां त्यास तो खाऊन त्यांचा नाश करितो. चुना शुद्ध करण्याची कृति अशी आहे, कीं चुनखडीचा एक थर व त्यावर सरपणाचा एक थर अशा रीतीनें ती भट्टींत रचून तीस आग लावितात. ह्या प्रकारें तो भाजल्यावर त्यास कळीचा चुना असें म्हणतात. चुन्याचा मुख्य उपयोग म्हटला म्हणजे, इमारती बांधण्याच्या कामांत होय. त्या कामास तो तयार करण्याची रीत अशी आहे, कीं पाहिल्यानें कळीच्या चुन्यावर पाणी घालितात, म्हणजे त्यांतली उष्णता बाहेर पडून तो फुलून त्याचें पीठ होतें. मग त्यांत पाणी, वाळू, व ताग वगैरे घालून तो बारीक वाटितात; म्हणजे त्याचें चांगलें चिकट लुकण होतें; त्यास संदला असें म्हणतात. विलायतेंत शेतांत चुना घालितात व तसें करण्याचा उपयोग असा सांगतात, कीं शेतांत पडलेले वनस्पतींचे व प्राण्यांचे अवयव चुन्याच्या योगानें लवकर कुजून त्यांचें चांगलें खत होतें. तसेंच त्याच्या योगानें जमिनींत ओलावा राहून पीक चांगलें येतें. तसेंच साखर शुद्ध करण्याच्या कारखान्यांत, व साबू करण्याच्या कारखान्यांत व लोखंडाचें पाणी करितांना, चुना लागतो. तसेंच कातडीं कमवितांना तीं ज्या पाण्यांत बुडवून ठेवीत असतात, त्या पाण्यांत चुना घालावा लागतो; म्हणजे त्याच्या योगानें कातड्यांच्या आंगचा चिकटा निघून जातो; व त्यांवरचे केंस उडून जातात. चुना जर पुष्कळ खाल्ला, किंवा श्वासमार्गानें शरिरांत गेला, तर तो विषासारखा शरिरास उपद्रव करितो. चॉक ही चुन्याचीच एक जात आहे; ती प्रसिद्धच आहे. तसेंच संगम-

रवरी दगड हेही चुनखडींचीच जात होय. ते इतके कठीण असतात, कीं घांसून चकचकीत करितां येतात.

आलाबास्तर---आलाबास्तर म्हणून संगमरवरी दगडासारखी चुनखडीचीच एक जात आहे. प्राचीन **रोमन** लोक संगमरवरी दगडासारखाच ह्या दगडाचा उपयोग करीत असत. हे दगड ज्या रीतीनें घडले जातात ती रीत मोठी चमत्कारिक आहे, एवढ्या करितांच ह्यांचें पृथक्त्वेंकरून येथें वर्णन केलें आहे. ती रीत येणेंप्रमाणें. कांहीं देशांत चुनखडींच्या जमिनींत भेगांतून पाणी झिरपत असतां त्या पाण्यांत चुन्याचे पुष्कळ कण शिरून तें चुन्याचें पाणी जातां जातां कधीं कधीं एकाद्या कपारीच्या आंत वरच्या आंगास किंवा बाजूस येऊन पोंहचतें; पण तें थोडें असल्यामुळें त्या पाण्याचा खालीं पडण्याजोगा थेंब बनण्यास पुष्कळ वेळ लागतो; म्हणून तें त्या बाजूस चिकटून फार वेळ असतें; व ते राहिलें असतां त्यांतले चुन्याचे कांहीं कण कपारीच्या वरच्या आंगास चिकटतात. ह्याप्रमाणें एका मागून एक असे पुष्कळ कण चिकटले म्हणजे, कपारीचे वरचे आंग पांढरे कोम फुटल्यासारखें दिसूं लागतें. कधीं कधीं पाणी पुष्कळ येऊन लवकर लवकर टिपकत असतें, तेणेंकरून कणांस वरच्या आंगास चिकटण्यास संधि सांपडत नाहीं; पण त्यापक्षीं कपारीच्या तळींच ते कण जमून त्यांचे वांकडे तिकडे ढीग होतात. कांहीं कपाऱ्यांत खालूनही अलाबास्तर वाढत असतें व वरूनही वाढत असतें; व कांहीं कांहीं ठिकाणीं दोन्ही एकमेकाशीं जमून खांबासारखा त्यांस आकार येतो; व हे खांब कधीं कधीं खूप मोठे मोठे होतात. (पांचवी आकृति पहावी)

सोरा—हा पदार्थ पृथ्वींत बहुतकरून केशाकृति बारीक काड्यांच्या रूपानें सांपडतो. बाराची दारू करण्याकडे हा मुख्यत्वें उपयोगीं पडतो. ह्या कामाकरितां हा जितका पाहिजे तितका प्राप्त न्हावयाचा तोटा पडूं नये, म्हणून तो कृतीनें उत्पन्न करावा लागतो. ह्या आपल्या **हिंदुस्थान** देशांत सोऱ्याच्या मातीच्या खाणी पुष्कळ आहेत. त्या खाणींतून खंडोगणती माती खणून ती, मोठे मोठे खाडे केले असतात, व त्यांतून पाणी वहात असतें, त्या खाड्यांत टाकितात. नंतर पाण्याबरोबर मातींतला सोरा वाहून येतो. मग ते पाणी कढवितात; म्हणजे सोरा तळीं रहातो.

ईस्तइंदिया कंपनीनें **इंग्लंडच्या** सरकारास कितीएक वर्षांपासून असा करार लिहून दिला होता, कीं आम्ही सरकारास लढाईच्या वेळीं व लढाई नसतां कांहीं नियमित दरानें दर वर्षी पांचशें तन म्हणजे सुमारें सहाशें सवा सहाशें खंडी सोरा पुरवीत जाऊं. बाराच्या दारूची कल्पना निघाल्यापासून लढाईची कला अगदींच बदलून गेली. पूर्वींचें बहुतकरून कांहींच राहिलें नाहीं. यूरोपखंडांत दारूची, लढाईच्या कामांत पहिल्यानें, योजना म्हटली म्हणजे इसवी सन १३७३ रांत **जर्मनी** देशांत झाली. पण असें सांगतात, कीं ही युक्ति **चीन** देशांतल्या लोकांस ह्या काळाच्याही पूर्वी बहुतवर्षें माहीत होती. इंग्रजी बाराच्या दारूचें वजन म्हठलें म्हणजे १०० रांत ७६ भार सोरा १५ भार कोळसा व ९ भार गंधक हें होय. आतां, ह्या तीन पदार्थांच्या मिश्रगानें दारू होते हें प्रसिद्धच आहे, सांगावयाची गरज नाहीं.

दगडी कोळसे—दाह्य खनिज पदार्थांमध्यें कोळशा इतका उपयोगी असा दुसरा कोणताही पदार्थ नाहीं. ह्याचे घटकावयव चिकण माती, शिलाजित, व कारबान, (प्रसिद्ध कोळसा) हे आहेत. हे दगडी कोळसे जाळावयाच्या उपयोगी पडतात, हें तर प्रसिद्धच आहे. **ब्रितन** देशांत कोळशांच्या खाणी पुष्कळ आहेत; व तेथें त्यांची योजना पुष्कळ कामांकडे होते; ह्यामुळें **युरोप** खंडांतील **फ्रान्स** वगैरे देशांतील कितीएक ग्रंथकाराचें असें मत आहे, कीं इंग्रज लोकांत इतकी पुष्कळ संपत्ति असण्याचें व त्या लोकांचें इतकें वैभव वाढण्याचें मुख्य कारण, त्यांच्या देशांतल्या कोळशांच्या खाणी होत; त्या नसल्या तर ते लोक इतक्या योग्यतेस न चढते **इंग्लंदांत**लेही ग्रंथकार इतकी गोष्ट मान्य करितात, कीं त्यांच्या देशास इतर देशांपेक्षां कलाकौशल्याविषयीं व व्यापाराचे जिन्नस उत्पन्न करण्याविषयीं, जें श्रेष्ठत्व आलें आहे, त्याचें कोळशांची समृद्धि हें एक मुख्य कारण आहे. असो, कोळशांत पुष्कळ जाती आहेत, त्यांतून कितीएकांचें येथें वर्णन करितो, एका जातीचे कोळसे आहेत, त्यांस इंग्रजींत जेत असें म्हणतात. हे कोळसे इतके कठीण असतात, कीं ते चाकूनें देखील खरवडले जात नाहींत. हे कोळसे कांतून त्यांचे स्मरण्याचे मणी, व गळ्यांत घालावयाचे मणी, तपकिरीच्या डब्या, वगैरे जिन्नस

करितात. चानलकोल नांवाची दगडी कोळशांची एक जात आहे. ह्या जातीचे कोळसे फार लवकर पेट घेतात; व त्यांस हात लावला असतां मळत नाहींत; व हे जळतांना फुटतात; व त्यांपासून तिडतिड शब्द होतो. ग्लांसकोल म्हणून जी जात आहे त्या जातीच्या कोळशांत कारबान फारच असतो. ते जळतांना त्यापासून धूर निघत नाहीं; व ते लाल झाले असतां त्यांतून निळ्या ज्वाळा निघतात. परंतु त्यांचा वास घशांत मनस्वी शिरतो. पितकोल म्हणून जे कोळसे असतात त्यांस हात लावला असतां काळा होतो; व ते जळतांना फुलतात. **इंग्लंद** देशांत दगडी कोळशांच्या मुख्य खाणी **न्यूकासल, संदरलंद,** व **व्हैतहेवन** ह्या प्रांतांत आहेत; व **स्कात्लंद** देशांत **फोर्थ** व **क्लैद** ह्या नांवांच्या नद्यांच्या काठीं जे प्रांत आहेत त्या प्रांतांत आहेत. इंग्लंदाच्या उत्तरेस **नार्थंबर्लंद** प्रांतांत ज्या खाणी आहेत, त्याप्रमाणें खोल खाणी **ब्रितनां**त दुसऱ्या कोठें नाहींत. ह्या खाणी ९०० फुटांवर खोल आहेत. **न्यूकासल** येथें एक खाण आहे ती ८०० फूट खोल आहे; व तितक्या खोलींतून वर **तैन** म्हणून एक नदी आहे तिच्या खालून सुमारें अर्धाच कोस ती खाण अडवी **दर्हाम** प्रांतांत पोखरीत नेली आहे. **व्हैतहेवन** येथें समुद्रकिनाऱ्यावर ज्या खाणी आहेत; त्या फार खोल असून समुद्राखालीं अडव्या गेल्या आहेत; व त्या खाणींवरील समुद्र कितीएक ठिकाणीं इतका खोल आहे, कीं तेथें मोठमोठीं तारवें चालतात; व त्या खाणींत काम करणाऱ्या लोकांस कधीं कधीं वरील समुद्राच्या लाटांचा शब्द ऐकू येतो. आतां दुसऱ्या पक्षीं, **दर्हाम** प्रांतांत कोळसे इतके वर आहेत, कीं गाडीच्या चाकांच्या धांवा लागून त्यांच्या खाणी उघड्या पडतात; व त्यांतून आसपासच्या लोकांच्या निर्वाहा पुरते कोळसे निघतात.

मनुष्य परख्या स्थळीं गेलें असतां, तेथील गोष्टी पाहून किंवा ऐकून त्याच्या मनाची स्थिति कशी होते ह्याविषयीं कल्पित गोष्ट.

प्राचीनकाळीं **आशियाखंडां**त एक मोठें नगर होतें, त्या नगरांतील एका मोठ्या राजमार्गांतूत एके दिवशीं एक नवखा गृहस्थ भोंवतालच्या

पदार्थांकडे चमत्कारपूर्वक पहात पहात व हळूहळू पावलें टाकीत चालला होता. त्याचा वेष व मुद्रा फारच अलौकिक दिसत होती, तेणेंकरून पुष्कळ लोक त्याच्या सभोंवतीं गोळा होऊन, आपण कोणत्या देशाहून आलां, व कोणत्या कामाकरितां आलां, असें त्यास विचारूं लागले. परंतु त्यांस लागलेंच दिसून आलें, कीं त्यास आपली भाषा कळत नाहीं. तसेंच त्याच्या कृतीवरून त्यांस असेंही लवकरच समजलें, कीं त्यास लौकिकांतले अत्यंत साधारण सुद्धां रिवाज कळत नाहींत तथापि त्याच्या चालचर्येवरून तो मोठा थोर व हुशार असावा, असें दिसत होतें; ह्यामुळें तो कोणी अडाणी किंवा वेडा असेल असें त्यांच्या मनांत येईना. शेवटीं, त्यांच्या खुणावरून त्यास समजलें, कीं आपण कोणीकडून आलों ह्मणून ते आपणांस विचारितात; तेव्हां त्यांस उत्तर देण्याकरितां त्यानें आकाशाकडे बोट दाखविलें. त्यावरून हा कोणी देव आहे, असा तर्क बांधून ते देवासारखे त्याच्या पायां पडावयास लागले. परंतु त्यांचा अभिप्राय त्यास समजतांच, त्यास फार वाईट वाटून त्यांचा तो सत्कार त्यानें नाकारिला; व आपण जमिनीवर नमस्कार घालून आकाशाकडे हात जोडून उभा राहिला; आणि तेणेंकरून त्यानें त्या लोकांस असें सुचविलें, कीं मी देव नव्हें, तुह्मांसारखा मनुष्यच आहें.

ज्याविषयीं कोणास कांहींच तर्क होईना असा हा तिन्हाईत मनुष्य नगरांतल्या एका सरदारानें आपल्या घरीं येऊन रहावयास बोलावल्यावरून त्याच्या घरीं राहिला; व तेथें त्यानें देशभाषा शिकण्याचा इतका कडाक्याचा अभ्यास मांडिला, कीं थोड्या दिवसांत तींत त्याचा चांगला प्रवेश होऊन, तो भोंवतालच्या माणसांबरोबर चांगला बोलूं चालूं लागला. हें पाहून ज्या सरदाराच्या घरीं तो राहिला होता, त्यानें आपल्या पाहुण्याचा देश कोण व धंदा वगैरे काय, हें समजून घ्यावें, असें मनांत आणून त्याविषयीं त्यापाशीं एकेदिवशीं गोष्ट काढिली. तेव्हां त्यानें त्यास वचन दिलें, कीं आज संध्याकाळीं आपल्या प्रश्नाचें मी उत्तर देईन. नंतर सूर्यास्त होऊन रात्र पडूं लागल्यावर तो पाहुणा, त्या सरदारास हातीं धरून वाड्याच्या गच्चीवर घेऊन गेला. ती उंच असल्यामुळें तीव-

रून भोंवतालचें सर्व शहर दिसत होतें, तें नगर मोठें धनाढ्य होतें; व तेथें लोकांची वस्तीही मोठी होती. त्या शहराला एक मोठी नदी होती. तेथील रस्ते जाणाऱ्या येणाऱ्या लोकांनीं भरून गेले होते; व रस्त्यांत मोठमोठ्या वाड्यांत लक्षावधि दिवे लागले होते; व कांहीं दिव्यांचीं प्रतिबिंबें नदींत पडून तीं तिच्या काळेभोर पाण्यांत चमत्कारिक शोभत होती. तसेंच नदीच्या बंदरांत दूरदूरच्या सर्व देशांहून आलेलीं व उंचउंच मालानें भरलेलीं मोठमोठालीं गलबतें नांगरून पडलीं होतीं. शहरांत पहावें तों कोणीकडे सतार, वीणा, मृदंग इत्यादि वाद्यें वाजतातच आहेत; व व कोणीकडे घण, हातोडे, कानशी वांकशी, करवती, इत्यादि हत्यारांचा नाद चालला आहे; व कांहीं रस्त्यांत लग्नादि समारंभाची गडबड चाललीच आहे; व घरोघर दरवाजांपुढें मेणबत्त्यांचे दिवे लखलखतातच आहेत. पाहुणा भोंवतालची चमत्कारिक शोभा पहात, व सर्व नाद एकत्र जमून उत्पन्न झालेलें गजबजणें ऐकत, ध्यानस्थासारखा कांहीं वेळ स्तब्ध बसला; आणि एकाएकीं जागा झाल्यासारखा डचकून आकाशाकडे पाहूं लागला. आकाश निरभ्र होतें; व लक्षावधि तारे चमकत होते, ते सर्व तारे टाकून त्यानें मोठ्या उत्कंठेनें शुक्राच्या चांदणीकडे डोळे लाविले. नंतर कांहीं वेळ गेल्यावर त्या सरदारास ह्मणतो. ह्या चांदणीकडे मी इतकी टक लावून पाहतों, ह्याचा आपणास चमत्कार वाटूं देऊं नका. ती चांदणी माझें मूळ ठिकाण होय. मी थोडया दिवसांपूर्वीं तेथें रहात होतों. परंतु ह्या थोडया दिवसांपूर्वीं मी एका वेडया हौसेच्या नादीं भरून तें स्थल सोडून मुशाफरी आरंभिली. मी त्या चांदणीवर रहात होतों, त्या वेळेस तेथून तुमची ही पृथ्वी मला फार चकचकीत दिसे; हीसारखा लखलखणारा तारा आमच्या आकाशांत दुसरा नाहीं. ही पृथ्वी पाहून मला फारच चमत्कार होई; आणि असें वाटे, कीं हा इतका शानदार तारा दिसतो ह्याची आपणास कांहीं चांगली माहिती होईल, तर फार मौज होईल, अशी माझ्या मनांत बहुत काळपर्यंत जी मोठी उत्कंठा होती, ती एकाएकीं पूर्ण झाली. मला देवांकडून अंत-

रिक्ष मार्गानें ह्या भूमंडळावर येण्याची परवानगी व सामर्थ्य हीं प्राप्त झालीं; परंतु त्या परवानगी बरोबर अशी अट होती, कीं मी एकदां भूलोकीं गेलों, ह्मणजे नेहमीं तेथेंच राहिलें पाहिजे; व तेथच्या लोकांस जें बरें वाईट होत असेल, तें सर्व मला होईल. मला हा लोक पहाण्याची हौस फार होती, ह्यामुळें मी फारसा विचार न करितां ती अट मान्य केली. तर आतां आपण मला सांगा, कीं येथील लोकांस बऱ्या वाईट गोष्टी भोगाव्या लागतात त्या कोणत्या ? व हें जें मला दिसतें आहे, व ऐकूं येतें आहे, हें मला चांगलें समजत नाहीं; तर तें सर्व चांगलें समजावून द्या.

असें पाहुण्याचें भाषण ऐकून सरदारास मोठा विस्मय झाला. मग तो त्यास ह्मणतो, अहो, मला तर तुमच्या मुलुखचे रिती रिवाज, तेथील जिन्नस व तेथील लोकांची अवस्था, हीं कांहींच ठाऊक नाहींत. तथापि मला असें वाटतें, कीं तुह्मी ह्या आमच्या पृथ्वीवर आलां, ही गोष्ट फारच चांगली झाली. त्यांत तुम्ही आमच्या ह्या शहरासारख्या उत्तम शहरांतच आलां, हें तुमचें फार मोठें दैव समजावयाचें. ह्या शहरांत सुखोपभोगाचे व ऐषआरामाचे जे प्रकार आहेत, तसे ह्या पृथ्वीवर सुद्धां दुसरे कोठें नसतील. असो आतां मी आपणास खरेंच सांगतों, कीं आपणासारख्या थोरास पहावयाजोगें ह्मणून जें जें आहे, त्या सर्वांची माहिती मी आपणास मोठ्या आनंदानें करून देईन, व ही आपली चाकरी केल्याचें मी मोठें भूषण मानीन.

नंतर त्या सरदारानें आपल्या वचनाअन्वयें त्या शहरांत सुखोपभोगाचे जे जे प्रकार होते ते सर्व त्या पाहुण्यास माहीत करून दिले. त्या उपकारशील गृहस्थानें तेथें नानाप्रकारच्या ज्या शर्यती होत असत त्या व ठिकाणोठिकाणीं उत्साह होत असत ते सर्व दाखविले. नाटकें, गाणीं वगैरे ज्या ठिकाणीं होत असत तेथें तो त्यास घेऊन गेला. आणि त्याच्या लोकांतल्यापेक्षां अत्यंत निराळे व विलक्षण जे ह्या लोकांचे रिवाज व रीति त्यांची त्यास कांहीं थोडीथोडी गोडी लागते आहे, तों इतक्यांत

मध्येंच एक गोष्ट घडली, तिच्या योगानें त्याचें मन निराळ्या मार्गास लागलें.

भूलोकीं येऊन थोडेसे दिवस लोटत आहेत, तों इतक्यांत एके दिवशीं शिळोप्याच्या वेळीं तो पाहुणा व त्याचा मित्र सरदार हे दोघे शहरच्या बाहेरून मौजेनें फिरत चालले असतां, चोहींकडून भिंती घातलेल्या एका अवाडाजवळ आले; तेव्हां त्या पाहुण्यानें आपल्या सोबत्यास विचारिलें, कीं ह्या अवाडाचा उपयोग काय ?

सरदारानें उत्तर केलें, कीं ही गावची स्मशानभूमि आहे.

पाहुणा म्हणाला. तुम्हीं काय ह्मणतां ते मला समजलें नाहीं.

सरदार. गांवांतील मढीं ह्या ठिकाणीं पुरतात.

पाहुणा. (गोंधळून) महाराज, वारंवार विचारिल्यानें रागावूं नका. तुम्हीं काय म्हणतां हें मला समजलें नाहीं; तर कृपा करून विशेष फोड करून सांगा.

सरदारानें आणखी विशेष सोपे शब्दांनीं तीच गोष्ट त्यास पुनः सांगितली.

पाहुणा. (भयानें काळवंडून) तुम्हीं काय ह्मणतां हें मला अजून चांगलें पक्कें समजलें नाहीं. तुम्हीं जे काय सांगतां आहां ही गोष्ट आमच्या लोकीं मुळींच नाहीं असें मला वाटतें, व ह्या तुमच्या लोकींही मला तिची अझून माहिती झाली नाहींसे मला दिसतें. तर तुम्हीं ही गोष्ट काय आहे ती मला स्पष्ट समजावून द्या. कारण तुमच्या बोलण्याचा माझ्या मनांत कांहींसा अर्थ आला आहे. आणि तो अर्थ जर खरा असेल तर तुम्हीं आजपर्यंत मला ज्या ज्या गोष्टी सांगितल्या त्या सर्वांमध्यें ही गोष्ट मोठ्या महत्वाची आहे असें ह्मटलें पाहिजे.

सरदार. आपणा सर्वांस लवकर किंवा उशिरां ह्या भयाण अवाडांत एक दिवस आलें पाहिजे, आणि ही गोष्ट जर तुम्हांला माहीत नसेल तर तुम्ही खरोखरच नवखे आहा. मनुष्यास ज्या ज्या बऱ्यावाईट गोष्टी घडतात, त्या सर्वांत ह्या गोष्टीसारखी वाईट गोष्ट दुसरी कोणतीही नाहीं, व

ह्याच कारणानें चार प्रतिष्ठित लोक जमले असतां त्यांत हिचें नांव काढीत नाहींत. तुह्यांस आजपर्यंत ही गोष्ट समजली नाहीं, त्याचें कारण हेंच होय. पण मीं तुह्मांस वास्तविक सांगतों, कीं तुम्हीं ज्या लोकाहून आलां तेथच्या राहणाऱ्यांस जर आपल्या अनिष्टाचें भय नसेल, तर तुमच्यानें जितकी त्वरा होईल, तितकी त्वरा करून तुह्मीं तेथें परत जा, कां म्हणाल तर ह्या लोकीं ह्या अनिष्टापासून सुटका होण्याचा मार्ग म्हणून मुळींच नाहीं, आणि इतकेंच नाहीं तर तें तुम्हांस केंव्हा येईल ह्याचा विश्वास नाहीं. एव्हांपासून एका घटकेनें किंबहुना एका पळानें जिवंत रहाल ह्याचा सुद्धां जिम्मा माझ्यानें घेववत नाहीं

पाहुणा. (पराकाष्ठेचा खिन्न होऊन) मीं मोठ्या संतोषानें तसें केलें असतें यरंतु ह्या लोकीं यावयाच्या वेळच्या अटी आहेतना. त्या आतां सुटावयाच्या नाहींत. त्यांचें महत्व ह्या घटकेपर्यंत मला समजलें नव्हतें. (काकुळतीस येऊन) पण मला तुम्हीं कृपा करून ह्या चमत्कारिक स्थित्यंतराचें स्वरूप काय व परिणाम काय व तें मनुष्यास बहुतकरून घडतें केंव्हां हें सांगा.

असें तो भाषण करीत असतां बोबडी वळून त्याची जीभ आडखळूं लागली; सर्वांगास कापरें सुटलें; तोंड काळें ठिक्कर पडलें; व कपाळावर घामाचे बिंदु दिसूं लागले.

नंतर तो फारच भ्याला व घाबरला असें पाहून त्याचा सोबती मनांत डचकून त्यास ह्मणाला, कीं तुह्मांस मी धर्माध्यक्षांकडे घेऊन जातो, म्हणजे तुम्हीं विचारितां तें सर्व ते तुम्हांस सांगतील. हा त्यांचा विषय आहे, माझा विषय नाहीं.

पाहुणा (आश्चर्य पावून) तर तुमचें बोलणें खचित मला नीट समजलें नाहीं. माझ्या मनांत निःसंशय भलता अर्थ आला---नुसते धर्माध्यक्षच मरतात काय तर---तुह्मांला मरावयाचें नाहीं ?

ह्या प्रश्नाचें उत्तर न देतां त्याच्या सोबत्यानें त्यास एका मोठ्या देवळांत नेऊन धर्माध्यक्षांचे स्वाधीन केलें, आणि आपण सुटला.

मग त्यानें धर्मोपदेशकांस वरचे प्रश्न केलें व त्यांनीं त्यास. जीं सविस्तर उत्तरें दिली त्यावरून त्यांस असें समजलें, कीं मरण हे देहास आहे, जीवास नाहीं. जीव अजरामर आहे, व मरणानंतर त्यास अक्षय सुख किंवा अक्षय यातना ह्यांपैकीं एक प्राप्त होतें. हें ऐकिल्यावर त्यास जें दुःख झालें व जें भय वाटलें त्यांपुढें त्यास आपण मरणार हें प्रथमच समजल्यावर जे दुःख व भय हीं वाटलीं होतीं तीं कांहींच नव्हतीं. परंतु पुढें जेव्हां त्यास असें कळलें, कीं कांहीं कृत्यें आहेत तीं मरावयाचे पूर्वी केली असतां मनुष्यास अक्षय सुख नियमानें प्राप्त होतें; तेव्हां त्याचें दुःख वगैरे सर्व जाऊन त्यास असा हर्ष झाला, कीं, तो त्याच्या मनांत मावेना. आणि तो तीं कृत्यें कोणतीं हें समजण्याविषयीं इतका उतावेळ झाला, कीं त्याचा तो उतावेळपणा पाहून त्याच्या गुरूंस मोठें आश्चर्य वाटलें. किंबहुना त्यांस त्याचा त्रास आला. ते ह्मणाले बाबा आज जें तुला सांगितलें तितकें तूर्त पुरे, बाकीं जें उरलें आहे तें उद्यां सांगूं.

असें त्यांचें भाषण ऐकून तो मोठ्या काकुळतीस येऊन त्यांस ह्मणाला. आपण आतां सांगितलेंना, कीं मृत्यु केव्हां येईल ह्याचा नियम नाहीं. तर तो ह्याच घटकेस येणार नाहीं कशावरून? आणि तुह्मी ह्मणतां तीं कृत्यें माझ्या हातून घडण्याच्या पूर्वी तो आला तर माझी अवस्था काय होईल? ह्याकरितां महाराज, मी पदर पसरून आपणास विनंती करितों, कीं तीं कृत्यें कोणतीं हें मला लवकर सांगा, क्षणभर सुद्धां विलंब लावूं नका.

अशी त्याची उत्कंठा पाहून त्या धर्मोपदेशकांनीं तीं कृत्यें कोणतीं तें त्यास सविस्तर सांगितलें. परंतु पाहतो तो त्यांनीं कृत्यें करावयास सांगितलीं तीं बहुतकरून सोपीं व सुखावह अशीं होतीं; व तीं करितांना कधीं कधीं प्रसंगवशात् अडचण किंवा इजा झाली तरी तीं संकटें वगैरे पृथ्वीवर मनुष्य कांहीं थोडाकाळ आहे तोंपर्यंत मात्र व्हावयाचीं, व त्याचा इहलोकचा वास संपला ह्मणजे त्या अडचणी सरावयाच्या, असें जेव्हां त्यास कळलें तेव्हां त्यास पराकाष्ठेचा जो आनंद झाला त्या आनंदाचें

वर्णन सुद्धां करितां येत नाहीं. त्या आनंदानें तो देहभान देखील कांहीं वेळ विसरला.

तेव्हांपासून पुढें तो नवखा मनुष्य अक्षय सुख प्राप्त करून देणारीं कृत्यें करण्याकडे आपला सर्व काळ योजूं लागला. कधीं एकादे वेळेस त्यास मोह पडून त्यांतील एकादें कृत्य करण्याची हयगय जर त्याच्या हातून घडली, तर तो पराकाष्ठेचा कष्टी होऊन आपल्या वेडेपणाविषयीं फार खेद करी. तसेंच धर्मोपदेशकांनीं जीं कृत्यें करूं नयेत ह्मणून सांगितलें होतें, तीं करण्यास जर कोणी कधीं त्यास बोलाविलें, तर त्या सर्वांस त्याचें एक उत्तर असे. तें हें कीं मला मरावयाचें आहे, मी असें कसें करूं.

प्रसरणशील धातूंविषयीं.

धातु शुद्ध असले ह्मणजे ते इतर खनिज पदार्थांपासून कितीएक गुणाच्या योगानें ओळखतां येतात. ते गुण हे कीं त्यांच्या आंगीं कांहीं असाधारण प्रभा असते, व त्यांमधून तेजाचे किरण अगदीं शिरत नाहींत व ते इतर खनिज पदार्थांपेक्षां जड असतात. ते इतर पदार्थांशीं संयोग पावले असले म्हणजे त्यांस अशुद्ध धातु असें नांव प्राप्त होतें. जमिनींत त्यांचे कमीजास्त जाड असे थर असतात. व ते थर कधीं कधीं फार खोल असतात व कधीं कधीं उथळ असतात. धातु प्राप्त होण्याकरितां जमिनीपासून त्यांच्या थरांपर्यंत खांचा खणाव्या लागतात, त्या खांचांस खाणी म्हणतात. खाणी फार खोल असल्या किंवा त्या अडव्या फार लांब गेल्या असल्या तर त्यांस जमिनीपासून मध्यें मध्यें भोंकें पाडावीं लागतात; ह्मणजे खाणींत वारा खेळतो व खाणींच्या तळाशीं जमलेलें पाणी काढितां येतें. खाण जशा ठिकाणीं असेल त्याप्रमाणें मोऱ्या पाडून पाणी बाहेर लावून देतात. किंवा बंब लावून किंवा वाफेचीं यंत्रें लावून तें उपसून टाकितात. प्रसरणशील धातु ह्मणजे जे धातु हतोडयांच्या आघातानें फुटल्या वांचून वाढविले जातात ते. ते येणेंप्रमाणें- प्लातिनम्, सोनें, पारा, रुपें, तांबें, लोखंड कथील आणि शिसें.

प्लातिनम् हा धातु आपल्या लोकांत अझून फारसा माहीत झाला नाहीं, कांहीं थोडया लोकांस मात्र ठाऊक आहे. हा सर्व धातूंमध्यें विशेष जड आहे. शुद्ध असला ह्मणजे ह्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या तेवीस पट असतें. ह्याचा रंग पांढरा असतो, पण हा रुप्याइतका चकचकीत नसतो. कधीं कधीं ह्याचे गोळे आढळतात; परंतु बहुतकरून हा नद्यांच्या वाळवंटांत बारीक कणांच्या रूपानें सांपडतो. प्लातिनम् पुष्कळ जर सांपडता तर हा सर्व धातूंमध्यें अत्यंत उपयोगीं पडता. तो लोखंडा इतका, बहुतकरून, कठीण असतो; व त्यास पराकाष्टेची कडक आंच दिली किंवा अत्यंत जलाल असिदें लाविलीं तरी त्यास कांहीं होत नाहीं. त्याचें पाणी करावयाचें असलें तर भटींत घालून तो वितळत नाहीं; तर सूर्यकांताच्या योगानें एकत्र केलेले किरण जेव्हां त्यावर पाडावे, किंवा गाल्वानिक नामक विजेचा प्रयोग जेव्हां त्यावर करावा, किंवा आक्सिजन वायूनें उत्पन्न केलेल्या ज्वालेवर जेव्हां त्यास धरावें तेव्हां मात्र तो पातळ होतो आतां त्याच्या ह्या गुणांवरून तो केवढाल्या मोठ्या कामास उपयोगीं पडतो हें वाचणाऱ्यांचे लक्ष्यांत येईल. प्रतिफलक दुर्बिणींत प्रतिफलन करणारे जे पत्रे असतात, ते ह्या धातूचे केलेले असतात; तसेंच ज्योतिषसंबंधीं यंत्रें, घडयाळाचे लोळे व घड्याळाचे दुसरे कांहीं भाग ह्या धातूचे असतात; व विशेषेंकरून जेथें ह्या यंत्रांनीं अत्यंत सूक्ष्म कामें व्हावीं असा उद्देश असतो, तेथें प्लातिनम् ह्याची योजना अवश्य असते; कारण कीं ह्या धातूस जंग ह्मणून कधींही चढत नाहीं, व हवेतल्या वगैरे उष्णतेनें त्याचा संकोच किंवा विकास अगदीं होत नाहीं. ह्याची किंमत सोन्यापेक्षां कमी आहे. हा धातु इसवी सन १७३५ सांत **दान आंतोनियो युलोया** नामक पुरुषानें **युरोप** खंडांत प्रथम आणिला तो त्यास **दक्षिण अमेरिका** खंडांत सांपडला.

सोनें हा धातु प्रसिद्धच आहे. ह्याचा रंग पिंवळा असतो. हा प्लातिनम्च्या खालोखाल जड असतो. ह्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या एकोणीस पट असतें. हा धातु रुप्यापेक्षां मऊ, व कथिलापेक्षां कठीण व

तांब्यापेक्षां लवकर वितळणारा असा आहे. सोनें खाणींत निरनिराळ्या रूपानें सांपडतें. कधीं त्याचे खडे सांपडतात, कधीं रज:कण सांपडतात, व कधीं एक मुख्य कांडी असून तिला दुसऱ्या लहान लहान कांड्या फुटलेल्या असतात अशा आकृतीनें सांपडतें. आक्वारिजिया (जलराज) ह्या नांवाचें एक आसिद आहे, त्यांत मात्र सोनें विरतें त्या खेरीज तें दुसऱ्या कोणत्याही आसिदांत विरत नाहीं. तें बहुतकरून उष्ण हवेच्या देशांत सांपडतें. अशुद्ध धातूंतून ह्मणजे सोन्याच्या मातींतून सोनें काढण्याची रीत अशी आहे, कीं ती माती बारीक करून तींत पारा मिसळतात. पाऱ्याच्या आंगीं असा गुण आहे कीं सोन्याच्या सुक्ष्म कणाशीं मात्र तो संयोग पावतो. दुसऱ्या कोणत्याही पदार्थांशीं पावत नाहीं. ह्यामुळें माती किती पुष्कळ जरी असली तरी तींतलें सगळें सोनें त्या पाऱ्याशीं मिळतें. मग त्या पाऱ्यास भांड्यांत घालून आंच दिली ह्मणजे पाऱ्याची वाफ होऊन जाते व सोनें खालीं भांड्यांत राहतें. सोनें हा धातु अत्यंत प्राचीन काळापासून लोकांस माहीत आहे, व तो आपणापाशीं असावा असें सर्वांस वाटत आलें आहे. पृथ्वीवर विद्याचारसंपन्न ह्मणून जितके लोक आहेत त्या सर्वांमध्यें सोन्याचें नाणें करण्याची व त्या नाण्यावरून लोकांत संपत्ति गणण्याची वहिवाट चालू आहे. सोन्याचे दागिने व दुसरे नाना प्रकारचे जिन्नस करितात; व दुसऱ्या धातूंच्या पदार्थांवर त्याचा मुलामा देतात. हा धातु फार प्रसरणशालि व चिवट आहे; व त्यांत तांबें मिळविलें असतां त्याचे ते गुण पराकाष्ठेचे वाढतात ही गोष्ट एवढेशा सोन्याचा किती पातळ पत्रा होतो व किती लांब तार निघते हें मनांत आणिलें असतां स्पष्ट दिसून येतें. सोन्याचे पत्रे इतके पातळ होतात, कीं एक ग्रेन सोन्याचे एक इंच लांब व इतकेच रुंद असे ९६ वर्ख होतात, व ते सर्व एकावर एक ठेविले असतां त्या सर्वांची एकंदर जाडी एका इंचाचा २८२००० वा भाग असते; व कलाबतूंत रुप्याच्या तारेवर जो सोन्याचा वर्ख असतो त्याची जाडी वरच्या जाडीच्या एक द्वादशांशाबरोबर असते. एक औंसभर सोन्याचा पत्रा रुप्याच्या तारेवर चढवून ती लांबविली असतां १३०० मैल ह्मणजे

६९० कोस वाढेल. ह्या हिशोबावरून पाहतां एकुणीस औंसभार सोन्याचा पत्रा वर चढवून रुप्याची तार वाढविली असतां ती पृथ्वीच्या परिघा भोंवतालीं गुंडाळण्यापुरती लांब होईल. व हें सोनें इतकें थोडें असतें, एकुणीस औंस भार सोन्याचा घन केला असतां त्याची लांबी रुंदी व उंची सव्वा इंचा पेक्षां अधिक भरणार नाहीं.

पारा हाही धातु प्रसिद्धच आहे. हा कधीं कधीं शुद्ध अवस्थेंत सांपडतो. ह्याच्या रुप्यासारख्या पांढऱ्या चकचकीत गोळ्या नानाप्रकारच्या पाषाणांत, चिकण मातींत व अशुद्ध धातूंत विखरलेल्या आढळतात. त्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या चवदापटी जवळ जवळ असतें. पारा पुष्कळ खनिज पदार्थांतून निघतो ह्मणून तो पुष्कळ निरनिराळ्या पदार्थांशीं जमून अनेक मिश्र द्रव्यें झालीं आहेत. पारा मुख्यत्वेकरून हिंगुळांतून काढितात. हिंगुळ हा पदार्थ तांबडया रंगाचा असतो, व हा पारा आणि गंधक हे दोन एकत्र मिळून झाला असतो. हिंगूळ जमिनींत अनेक रूपांनीं सांपडतो. कधीं त्याचे खडे सांपडतात, कधीं कण सांपडतात. व कधीं कांडयां झाल्या असतात. ज्या जमिनींत हिंगूळ सांपडतो त्यांची अवयव रचना दगडी कोळशांच्या थरासारखी असते. हिंगुळाच्या उत्तम खाणी वगैरे **युरोप** खंडांत **जर्मनी** देशांत **पालातिनेत** प्रांतीं पुष्कळ ठिकाणीं आहेत. तसेंच **कार्नीयोलांत इद्रिया** येथें आहेत, व **स्पेन** देशांत **आल्पादन** येथें आहेत. ह्या सगळ्या खाणींमध्यें **इद्रिया** येथच्या खाणींचें उत्पन्न फार. ह्या खाणी मुळींच प्रसिद्धीस आल्या त्या मोठ्या चमत्कारिक रीतीनें आल्या ह्मणून सांगतात. ह्या खाणी हल्लीं जेथें आहेत तेथें पूर्वीं पिंपें करणारे लोक पुष्कळ रहात असत. एके दिवशीं असें घडलें, कीं एका पिंप करणाऱ्यानें एक पिंप नवें तयार केलें, आणि तें गळतें किंवा कसें हें पहाण्याकरितां तें संध्याकाळीं, एके ठिकाणीं पाणी झिरपत होतें, त्याखालीं ठेवून आपण घरीं गेला. दुसऱ्या दिवशीं सकाळीं येऊन पहातो तों तें पिंप त्यास लवकर हलेना इतकें जड झालें. मग तसें होण्याचें कारण काय ह्याचा शोध करून पहातो, तों त्या पिंपाच्या तळाशीं पांढरा, चकचकीत व पातळ असा कांहीं पदार्थ जमला आहे, असें त्या-

च्या दृष्टीस पडलें. पुढें लवकरच बाहेर चोहोंकडे त्या गोष्टीचा बोभाट झाल्यावरून कितीएक लोक एकत्र जमून त्यांनीं तो पारा कोठून येतो, ती खाण शोधून काढण्याचा यत्न मांडिला व त्या कामांत त्यांस यश येऊन इतका नफा होऊं लागला, कीं आस्त्रियाच्या राजानें त्या लोकांस त्यांचा खर्च व कांहीं नफा देऊन त्यापासून ती खाण आपल्या ताब्यांत घेतली. ही खाण कोठें कमी खोल आहे, कोठें जास्त खोल आहे. ती जेथें फार खोल आहे तेथें तिची लंब खोली ८३० फुटांवर म्हणजे सुमारें ५५० हातांवर आहे. ह्या खाणींत कांहीं ठिकाणीं डोलांत बसून उतरतात व कांहीं ठिकाणीं खाणीच्या दोन्ही बाजूंच्या भिंतींस शिड्या तिरप्या टेंकून त्यांचीं टोकें एकमेकांशीं लावून नागमोडी वाट केली असते तिनें उतरतात खाणींत कांहीं ठिकाणीं पाऱ्याचे बारीक प्रवाह वाहतात; म्हणून एक मनुष्य सहा तासांत अठरा शेर पारा गोळा करितो म्हणून सांगतात. कांहीं ठिकाणीं चिकणमातींत त्याच्या बारीक बारीक गोळ्या सांपडतात. व कोठें तो इतर पदार्थांशीं संयुक्त झालेला सांपडतो. त्या सगळ्या खाणींत वर्षाचा सुमारें सवाशें खंडी पारा सांपडतो म्हणून म्हणतात. पाऱ्याच्या आंगीं हा एक मोठा चमत्कारिक व असाधारण धर्म आहे, कीं त्यास किंचित् धक्का लागल्याबरोबर तो फुटून त्याचे अनेक भाग होतात, व ते सर्व भाग गोलाकृति असतात. तसेंच हा धातु प्रायः द्रवरूप म्हणजे पातळ असतो, व कितीही कडाक्याची थंडी पडली तरी तो गोठत नाहीं. परंतु अलीकडे असें पहाण्यांत आलें आहे, कीं उत्तर ध्रुवाच्याजवळ जे प्रदेश आहेत, तेथें हा गोठतो. तसेंच कृतीनें पराकाष्ठेची थंडी उत्पन्न केली असतांही हा गोठतो. गोठला असतां त्या अवस्थेंत त्यास हतोड्यानें ठोकिलें असतां इतर धातूंप्रमाणें तो पसरतो, फुटत नाहीं, पण ह्या अवस्थेंत त्यास स्पर्श करूं नये, कारण तो आंगास लागला असतां जेथें लागतो तेथें विस्तवानें भाजल्यासारखीं तो उतून फापरें होतात. पारा सर्व पातळ पदार्थांमध्यें अधिक जड आहे, व तो बहुतकरून थिजत नाहीं ह्या गुणामुळें भारमापक यंत्रांत ह्याचीच योजना करितात. तसेंच इतर पातळ पदार्थांप्रमाणें पाराही कमी जास्त उष्णतेच्या संयोगानें सं-

कोच व विकास पावतो, म्हणून उष्णता मापक यंत्रांतही त्याचीच योजना करितात.

रुपें हा धातु जगविख्यात आहे. ह्याचा रंग पांढरा व हा चकचकित व प्रसरणशील असतो. ह्यांतून खणखणीत नाद निघतो. ह्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या दसपटीवर आहे. जमिनींत हा निरनिराळ्या रूपानें सांपडतो. रुपें अगदीं शुद्ध अवस्थेंत कधींच सांपडत नाहीं खरें, तरी कधीं कधीं बहुतकरून शुद्ध अवस्थेंत सांपडतें. ह्यास इंग्रज लोक नेटिव सिल्वर (शुद्ध रुपें) म्हणतात. ह्या जातीच्या रुप्याचे कधीं कधीं खडे सांपडतात, कधीं त्याच्या कांड्या झालेल्या सांपडतात, व कधीं तें पत्र्याच्या किंवा तारेच्या रूपानें आढळतें. पत्रे व तारा हीं कधीं कधीं एकमेकांस चिकटलीं असलीं म्हणजे तीं झाडांच्या फांद्यासारखी दिसतात. रुपें जमिनींत असतांना कधीं कधीं शिसें, सुरमा, सोमल गंधक, इत्यादि अनेक पदार्थांशीं मिश्रित झालेलें सांपडतें. **दक्षिण अमेरिका** खंडांत **पोतोसी** येथें ज्या रुप्याच्या खाणी आहेत त्यांत वर सांगितल्या प्रकारचें पत्राकृति रुपें सांपडतें. **पोतोसी**जवळ डोंगरांची एक रांग आहे, तिचा घेर सुमारें दहा कोसांचा आहे. ह्या डोंगरांत तीनशें ठिकाणीं खाणी पाडिल्या आहेत. ह्या सर्व खाणींतून दर आठवड्यांत सुमारें लाख पाऊण लाख रुपयांचें रुपें निघतें असें सांगतात. **अमेरिका** खंडांतील रुप्याच्या सर्व खाणींचें एकंदर वार्षिक उत्पन्नाचा हिशोब करून पहातां तें सर्व २४०००००० दोन कोटी चाळीस लक्ष रुपयांचें भरलें आहे. ह्या धातूची किंमत प्लातिनमपेक्षां कमी आहे. सोन्याप्रमाणें ह्या धातूचें ही नाणें करितात, व ताटें वाट्या वगैरे अनेक प्रकारचे दागिने करितात. हे जिन्नस शुद्ध रुप्याचे करीत नाहींत. तर त्यांत थोडेंसें तांबें मिसळून त्याचे करितात. तांबें घातल्यानें रुप्याचा मूळचा रंग बदलत नाहीं, ह्यामुळें तें थोडें घातलें असतां लवकर कळण्यांत येत नाहीं, फारच घातलें तर मात्र कळतें. तांबें जें घालितात तें रुपें विशेष कठीण होऊन तें ओतिलें असतां त्यांवर छाप चांगला ठळठळीत उठावा म्हणून घालितात. रुपें बहुतकरून सोन्याइतकें प्रसरणशील आहे. हें ठोकून इतकें पातळ

करितां येतें, कीं एक ग्रेन रुप्याचा एक इंच रुंद व एकावन इंच लांब एवढा पत्रा होतो, व त्याची माणसाच्या केंसापेक्षां बारीक अशी तार निघते. एक ग्रेन रुप्याची तार काढिली असतां ती अडीचशें पावणे-तीनशें हात लांब निघते. रुप्याच्या तारेवर सोन्याचा पातळ पत्रा चढवितात व ती तार चापट करून रेशिमाच्या धाग्याभोंवतीं गुंडाळितात, म्हणजे कलाबतू होते.

तांबें हा धातु तांबुस रंगाचा आहे, व त्याचें विशिष्ट गुरुत्व पाण्याच्या सुमार नऊपट आहे. सर्व धातूंमध्यें याचा नाद विशेष खणखणीत आहे, व लोखंड खेरीज करून दुसऱ्या कोणत्याही धातूंत ह्याच्या इतका स्थितीस्थापक गुण नाहीं. हा धातु जमिनींत अनेक रूपांनीं सांपडतो. कधीं कधीं शुद्ध तांब्याचे खडे सांपडतात, पण बहुतकरून ते इतर पदार्थांशीं व विशेषेंकरून गंधकाशीं मिश्रित झालेलें असें आढळतें. तांब्याच्या चांगल्या चांगल्या खाणी पृथ्वीच्या सर्व भागीं आहेत व तें इतर धातूंपेक्षां अगोदर प्रचारांत आलें असेल असा तर्क होतो. कारण निरनिराळ्या लोकांत अत्यंत जुने जुने जे ग्रंथ आहेत, त्यांत तांब्याचा उल्लेख अनेकस्थळीं आढळतो. तांबें पुष्कळ व मोठमोठ्या कामांत उपयोगीं पडतें. विलायतेंत तांब्याच्या कांबी लोखंडी चरकांत घालून त्याचे मोठमोठे पत्रे करितात, व ते पत्रे त्या देशांत कधीं कधीं घरांवर घालितात, व कधीं कधीं त्यांनीं गलबतांचीं बुडें मढवितात व दुसऱ्याही कामांस ते लावितात. घरावर ते पत्रे घातले असतां, स्लेटींपेक्षां त्यांचें ओझें कमी असतें हा त्यांचा गुण आहे, परंतु ते स्लेटी इतके टिकतात किंवा कमी किंवा ज़ास्त टिकतात हें अजून चांगलें निश्चितपणें समजलें नाहीं. गलबतांच्या बुडाला ते पत्रे लावले असतां, त्यांस लांकडाप्रमाणें शिंपाचे प्राण्यांस चिकटतां येत नाहीं, व लांकडापेक्षां ते पत्रे गुळगुळीत असतात, म्हणून तीं गलबतें पाण्यांत लौकर चालतात; व समुद्रांतल्या किड्यांस लांकडाप्रमाणें त्यांस भोंकें पाडतां येत नाहींत, ह्यामुळें गलबतांचीं बुडें पुष्कळ वर्षें टिकतात. कारागीर लोक छापण्याकरितां तांब्याच्या

पत्र्यांवर चित्रें काढितात. तीं काढण्याचे प्रकार दोन आहेत. एक असा कीं पातळ धारेच्या पोलादी शस्त्रानें त्या पत्र्यांवर तीं खोदून काढितात किंवा त्या पत्र्यांवर मेणाचा पातळ थर देऊन त्यावर सुईनें रेघा काढून त्यांत अक्काफार्तिस नामें आसिद घालितात, ह्मणजे तें आसिद त्या ठिकाणीं पत्र्यांस खातें आणि चित्र उत्पन्न होतें. तसेंच सैपाकांत उपयोगीं पडणारीं अशीं ह्या धातूचीं अनेक प्रकारचीं भांडीं करितात. पण ह्या भांड्यांत प्यावयाचें किंवा सैपाकाचें पाणी व विशेषेंकरून आंबट पदार्थ ठेवूंनये. ठेविले असतां त्या पदार्थांच्या योगानें तांबें गंजून त्या पदार्थांत मिळतें, आणि तेणेंकरून ते पदार्थ कळकून वाईट होतात, व त्यांत विषाचे गुण सुद्धां उत्पन्न होतात. सैंपाकांत वापरण्याची जीं भांडीं असतात त्यांस आंतून कल्हई करावी म्हणजे त्यांतला पदार्थ कळकण्याचें भय नसतें. असो, दुसऱ्या धातूंशीं मिळण्याचा गुण तांब्यांत जसा आहे, तसा दुसऱ्या कोणत्याही धातूंत नाहीं. कांसे व ज्या धातूच्या तोफा ओतितात तो धातु, हे मिश्र धातू सहा भारांपासून बाराभारपर्यंत कथील व शंभर भार तांबें ह्यांच्या संयोगानें होतात. घंटा ज्या धातूच्या करितात त्या धातूंत बहुतकरून तीन भाग तांबे व एक भाग कथील असें असतें. सोनपितळ म्हणून जो धातु आहे त्यांत तीन भाग जस्त व चार भाग तांबें असतें. आपल्या ह्या देशांत व आणखी दुसऱ्याही देशांत ह्या धातूचें नाणें करितात.

लोखंड हा काळवट रंगाचा धातु आहे. हा फारच कठीण असतो, व ह्याचे ठायीं स्थितिस्थापक गुण फारच असतो. ह्या धातूस घासून खूप झिलाई देतां येते. त्याचें विशिष्ट गुरुत्व पाण्याच्या सुमारें आठपट आहे. एकंदर पाहतां लोखंडासारखा उपयोगी धातु दुसरा कोणताही नाहीं, व ह्या सृष्टींत तो जितका विपुल आहे तितका दुसरा नाहीं. वास्तविक पाहिलें असतां सोन्यापेक्षां देखील याची योग्यता लक्षावधीपट अधिक आहे. लोखंडाच्या योगानें पृथ्वीची लागवड होऊन ती पीक देत आहे. लोखंड नसतें तर घरें, शहरें व गलबतें बांधतां आलीं नसतीं शिल्पादि कला न करवत्या, विद्यावृद्धि न होती, व मनुष्यें उत्तमावस्थेस

न चढती. ह्या धातूच्या अंगचे उपयुक्त गुण फार प्राचीन काळापासून लोकांस समजूं लागले होते, असें जुन्या लेखांवरून कळतें. सांप्रतकाळीं लोखंडाच्या सर्वोत्कृष्ट खाणी **ब्रिटन** बेटांत व **फ्रान्स** देशांत आहेत. शुद्ध लोखंड जमिनींत सांपडत नाहीं. तें धोंड्यांत असतें. खाणींतून ते दगड खणून काढिल्यावर यंत्राच्या योगानें ते फोडून त्यांचे लहान लहान तुकडे करितात, व ते धुवून त्यांच्या अंगची माती जावयाजोगी असेल ती घालवितात. मग ते खडे भाजण्याच्या भट्ट्या असतात त्यांत घालून भाजतात, ह्मणजे तेणेंकरून गंधक वगैरे उष्णतेनें सुटणारे जे पदार्थ त्यांस लागलेले असतात ते निघून जातात. नंतर त्यांत चुनखडी व लाकडाचे कोळसे हे कांहीं नियमित प्रमाणानें मिसळून ते खडे दुसऱ्या तऱ्हेच्या भट्टींत घालून त्यांस कडक आंच देतात, म्हणजे त्या खडयांतल्या लोखंडाचें पाणी होऊन तें भट्टीच्या बुडाशीं भोंक असतें, त्या भोंकांवाटें भट्टीच्या शेजारीं वाळवेच्या पाळी केल्या असतात, त्यांत येतें. ह्या लोखंडास ओतीव लोखंड म्हणतात. लोखंडाचे प्रकार तीन आहेत. ओतीव लोखंड, घडीव लोखंड, व पोलाद.

ओतीव लोखंडाच्या आंगीं असाधारण गुण म्हटले ह्मणजे तें इतकें कठीण असतें, कीं त्यावर हातोडा व कानस हीं हत्यारें चालावयाला कठीण पडतात, व तें पराकाष्ठेचें ठिसूळ असतें, आणि त्याचा रंग काळसर असतो. नळ, चक्रें गलबतांचे नांगर, वाफेच्या यंत्रांतलें पाणी तापवावयाचे बत्ते, तोफांचे गोळे वगैरे पुष्कळ पदार्थ ओतीव लोखंडाचे करितात. गाळलेल्या वाळूचे सांचे करून त्यांत पळ्यांनीं लोखंडाचें पाणी ओतून हे पदार्थ तयार करितात. ओतीव लोखंडाचें घडीव लोखंड करावयाचें असल्यास ओतीव लोखंड भट्टींत घालून त्याचें पाणी करितात, व भट्टींत लांकडें वगैरे घालून त्यांचा जाळ त्या पाण्यावर खेळेसा करितात, व एक मनुष्य एकसारखा तें दांडयानें हलवीत असतो. ह्याप्रमाणें दोन तास तें लोखंड तसेंच राहिल्यावर त्याच्या खालीं आंच असतांही तें हळू हळू घट्ट घट्ट होऊन

शेवटीं थिजतें. मग तें तसेंच ऊनऊन बाहेर काढून ते घणानीं खूप बडवितात, आणि त्याच्या कांबी करितात.

पोलाद करण्याची कृति ह्मटली ह्मणजे मातीच्या मोठाल्या मुशी असतात, त्यांत लोखंडाच्या कांबी घालून त्यांच्या खालीं वर लांकडाच्या कोळशांची पूड घालितात. नंतर चिकणमातीनें त्या मुशींचीं तोंडें बंद करून त्या भट्टींत घालून कित्येक तासपर्यंत तापवितात. ह्मणजे लोखंडाचें पोलाद होतें. पोलाद तापवून लाल केलें आणि तसेंच हळू हळू निवूं दिलें असतां तें मऊ होतें, पण तें तसें लाल असतां गार पाण्यांत एकदम वुडविलें तर तें पराकाष्ठेचें कठीण होतें; तें इतकें कठीण करितां येतें कीं, त्यानें भिंग सुद्धां खरवडतें; व इतकें कठीण असून त्यांत ठिसूळपणा व स्थितिस्थापकत्व हे गुणही वाढतात. तें इतकें कठीण झालें असलें तरी आपणास तें पुनः चिवट व मऊ करावयाचें असल्यास तें आणखी तापवून निवूं द्यावें ह्मणजे झालें. झिलई दिलेला लोखंडाचा तुकडा तापत घातला असतां त्याचे ठायीं एका मागून एक निरनिराळा रंग दिसूं लागतो. पहिला कडब्याच्या ताटासारखा पिंवळा, त्यानंतर गुलबाशी, मग पिकलेल्या जांभळा सारखा, मग तांबडा, मग गहिरानिळा, आणि सरशेवटीं चकचकीत निळा, असे रंग क्रमानें येतात. हा रंग आल्यावर तें लाल होतें, व रंग दिसेनातसे होतात, आणि त्यावर खवले पडतात. पोलादास अधिक अधिक आंचेमुळें त्याचे आंगीं जें निरनिराळें पाणी येतें, तें ह्या निरनिराळ्या रंगावरून कळतें. पहिल्या रंगानें जें पाणी समजतें, त्या पाण्याचें पोलाद कानसा करावयास उपयोगीं पडतें, व शेवटच्या रंगानें जें समजतें, त्या पाण्याच्या पोलादाच्या घडयाळांच्या कमानी होतात. वैद्यांचीं शस्त्रें व इतर दुसरीं शस्त्रें ह्यांस निरनिराळें पाणी लागतें, व तें पोलादाच्या ठिकाणीं आलें कीं नाहीं हें त्याच्या रंगावरून समजतात. रंगावरून पाणी समजण्याची कल्पना **स्तदर्त** नामक चतुर व विद्वान पुरुषानें काढली असें सांगतात.

आकाशांतून केव्हां केव्हां धोंडे पडत असतात, ते व लोहचुंबक ह्यांतही लोखंड सांपडतें.

कथील हा धातु पांढरा आहे. तो रुप्यासारखा दिसतो; परंतु रुप्यापेक्षां फारच हलका आहे. ह्याचें शिशिष्ठगुरुत्व पाण्याच्या साडेसातपट आहे. हा लवतांना करकर वाजतो. हा फारच मऊ व प्रसरणशील आहे. ह्याचे ठायीं स्थितिस्थापक गुण बहुतकरून नाहीं. ह्या धातूच्या खाणी **इंग्लंद, जर्मनी, हिंदुस्थान, बंका** बेट, व **अमेरिकें**तील **चिली** देश व **मेक्सिको** देश इतक्या देशांत सांपडतात. **इंग्लंदांत कार्नवाल** नामक प्रांतांत ज्या कथिलाच्या खाणी आहेत त्या सर्व इतर खाणीपेक्षां प्रसिद्ध आहेत, व त्या इसवी सनाच्या पूर्वी सुद्धां चालू होत्या, असें प्राचीन लेखांवरून समजतें. शुद्ध कथील जमिनींत सांपडत नाहीं. तर इतर पदार्थांशीं मिश्रित असें सांपडतें. कथिलाची माती खाणींतून खणून काढून तिचे ढीग घालून ठेवितात. मग त्यांतलीं ढिकळें फोडितात. नंतर ते खडे धुतल्यावर भट्टींत घालूत भाजतात, ह्मणजे त्यांला लागलेल्या पदार्थांपैकीं कांहीं पदार्थ त्यांपासून निघून जातात. शेवटीं खडे मोठ्या भट्टींत घालून त्यांस खूप आंच लावितात, ह्मणजे त्यांतल्या कथिलाचें पाणी होतें, व दगडाचे चौकोनीं सांचे असतात त्यांत तें पाणी पडतें, ह्मणजे, कथिलाच्या मोठमोठ्या ढेपा होतात.

लोकांत सामान्यतः ज्यास जस्त असें म्हणतात व ज्याच्या पत्र्याच्या डब्या, करंडे वगैरे करितात, तें खरें जस्त नव्हे. तर तें कल्हई केलेले पातळ लोखंडी पत्रे असतात. ते पत्रे तयार करण्याची रीत येणेप्रमाणें आहे. मोरचुदाचा थोडासा अर्क आंत घालून आंबट केलेल्या पाण्यांत लोखंडाचे पत्रे कांहीं वेळ बुडवून ठेवितात. नंतर बाहेर काढून ते खूप घासून चांगले लख करितात. मग एका पात्रांत कथिलाचा रस केला असतो, व त्यावर तवंग येऊं नये म्हणून त्यांत राळ किंवा चर्बी घातली असते त्या रसांत तो एकेक पत्रा बुडवितात. ह्या कृतीनें त्या पत्र्यास वरूनच कल्हई लागते असें नाहीं, तर तो रस त्यांच्या आंगांत भिनून त्यांस आंत बाहेर पांढरा रंग येतो. तांब्यास व पितळास अशी कल्हई करीत नाहींत. भांडें तयार झाल्यावर करितात. आतां असें करण्याचा

उद्देश काय हें वर एक वेळ सांगितलेंच आहे. कथिलाचीं अनेक प्रकारचीं भांडींही करितात.

शिसें हा धातु जड आहे. हा फोडला असतां आंतून ह्याचा रंग फिक्का व काळवटसा दिसतो. ह्याचे आंगीं नाद म्हणून अगदीं नाहीं. हा फारच चिवट असतो व मऊ तर इतका असतो, कीं नखानें देखील त्यास खळी पडते. कागद किंवा बोट त्यावर घासलें असतां तें मळतें. ह्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या अकरापटीपेक्षां जास्त आहे. बहुतकरून म्हटलें म्हणजे हा धातु गंधक व थोडें रुपें ह्यांशीं मिश्रित असा सांपडतो. ह्या मिश्रित पदार्थाच्या बहुतकरून काळ्या रंगाच्या धनाकृति कांड्या असतात. **ब्रितनांत** शिशाच्या खाणी जशा उत्पन्नाच्या आहेत, तशा खाणी पृथ्वीवर दुसऱ्या कोणत्याही देशांत नाहींत. खाणींतून माती खणून वर काढली म्हणजे तींतून अशुद्ध धातूचे खडे वेंचून काढून ते धुतात, म्हणजे त्यांच्या आंगीं माती वगैरे जी असते ती जाते. नंतर ते खडे फळ्यावर पसरून त्यांतले उत्तम उत्तम खडे वेंचून एकीकडे काढितात, व बाकीचे फोडून पुनः निवडण्याकरितां एकीकडे ठेवितात. ह्याप्रमाणें वेंचणें व धुणें होऊन स्वच्छ झालेले खडे भाजतात, म्हणजे त्यांतला गंधक निघून जातो. मग त्यांत लांकडी कोळसे कांहीं प्रमाणानें मिसळून ते मोठ्या भट्टींत घालून त्यांस मोठी आंच देतात, म्हणजे त्यांतल्या धातूचें पाणी होतें. त्या भट्टीला खालच्या बाजूस बंद केलेलीं भोकें असतात, तीं मग मोकळीं करितात. म्हणजे त्याखालीं लोखंडाचीं भांडीं ठेविलीं असतात त्यांत तो रस पडतो. त्यावर जो तवंग येतो, तो छाणून टाकितात, व धातूचा रस पळ्यांनीं ओंतीव लोखंडाच्या साच्यांत घालितात, म्हणजे शिशाच्या ढेपी तयार होतात. शिसें पुष्कळ कामांस लावितात. विलायतेंत लोखंडी चरकांत शिशाच्या कांबी घालून त्यांचे पत्रे करून ते घरांवर व देवळांवर घालितात. असें केल्यांत एक मात्र भय आहे. तें हें कीं इमारतीस आग लागली असतां आंतल्या मनुष्यांवर शिशाच्या ऊन रसाची वृष्टि होण्याचा संभव असतो. तसेंच ह्या धातूच्या नळ्या, पाण्याचे हौद, वगैरे ओतितात. बंदुकीच्या गोळ्या

करण्याकडे पुष्कळ शिसें खर्चतें. गोळ्यांच्या शिशांत कांहीं प्रमाणानें सोमल मिसाळितात, म्हणजे त्या धातूस टिसूळपणा अधिक येतो व गोळीही विशेष वाटोळी बनते. गोळ्या करण्याची रीत अशी आहे, कीं कांहीं उंचीवर लोखंडी चाळण ठेवून तिच्या खालीं पाणी ठेविलें असतें आणि त्या चाळणींत शिशाचा रस ओतला म्हणजे तो तिच्या भोंकांतून खालीं पाण्यांत पडतो, व खालीं पडतांना त्याच्या गोळ्या बनतात. छेरे करण्याच्या चाळणीचें अंतर पाण्यापासून दाहा फूट असतें, व अत्यंत मोठाल्या गोळ्या करण्याच्या चाळणीचें अंतर एकशेंपन्नास फूट म्हणजे शंभर हात असते.

उद्भूत उष्णतेचे धर्म—उष्णतेचे किरण— व तिचे वाहक पदार्थ ह्यांविषयीं.

उष्णता ह्या शब्दावरून पाहिलें असतां हा गुण आहे असें वाटतें, व प्राचीनकाळीं उष्णतेस गुणच मानीत असत, परंतु आर्वाचीनकाळच्या बहुतेक मोठमोठ्या पंडितांचें मत असें आहे, कीं उष्णता हा गुण नव्हे, तर कांहीं पराकाष्ठेचें पातळ असें एक द्रव्य आहे. हें सर्व जड पदार्थांच्या परमाणूंच्या ठायीं न्यूनाधिक प्रमाणानें असतें. उष्णता पदार्थांचें ठायीं दोन रूपांनीं असते. ती कधीं कधीं अनुद्भूत असते म्हणजे गुप्त असते; जशी चुन्याच्या कळ्यांतली उष्णता; आणि कधीं कधीं उद्भूत असते म्हणजे ती स्पर्शेंद्रियास समजते किंवा तिनें उष्णतामापक यंत्रांतला पारा वर चढतो. उष्णतेच्या ह्या दोन प्रकारांपैकीं अनुद्भूत उष्णतेचें वर्णन पुढें होईल. ह्या स्थळीं उद्भूत उष्णतेचें मात्र प्रतिपादन करितों. ह्या उष्णतेचा एक गुण असा आहे, कीं ती चोहींकडे सारखी पसरण्यास करीत असते. म्हणजे कमी उष्ण व जास्त उष्ण असे दोन पदार्थ एकमेकाजवळ आले असतां, जो पदार्थ अधिक उष्ण असतो त्यांतील उष्णता त्या दुसऱ्या कमी उष्ण पदार्थांत जातां जातां दोन्हीं पदार्थांची उष्णता सारखी होते. उष्णतेच्या आंगीं असा गुण आहे म्हणूनच उष्ण पदार्थास उष्णतामापक यंत्र लाविलें असतां त्या पदार्थांतली कांहीं उष्णता पाऱ्यांत

शिरून पारा पातळ होऊन वर चढतो, व तेंच यंत्र थंड पदार्थास लाविलें असतां पाऱ्यांतली कांहीं उष्णता या पदार्थांत शिरते व तितकी पाऱ्यांतली कमी झाल्यामुळें तो घन होऊन खालीं उतरतो. ह्या दोन्ही स्थलीं पाऱ्यांत इतकी उष्णता येते किंवा त्यांतली इतकी जाते, कीं तेणेंकरून शेवटीं यंत्रांतला पारा व त्यास लावलेले पदार्थ ह्या दोहोंतकी उष्णता सारखी होते. थंडी म्हणजे कांहीं भावरूप पदार्थ नाहीं तर ती उष्णतेचा अभाव होय. आपण संगमरवरी दगडाच्या चौकीवर हात ठेविला असतां आपल्या हातास थंडी खरोखर लागते. परंतु तो जो थंडीचा अनुभव होतो, तो चौरंग व हात ह्या दोहोंतली उष्णतासारखी होऊं लागतांना हातांतली उष्णता कमी झाल्यामुळें होतो. आतां त्या चवरंगावर बर्फाचा खडा ठेविला असतां विपरीत परिणाम दिसूं लागतो. तो असा, कीं चवरंगांतली उष्णता बर्फांत शिरून तें वितळूं लागतें, आतां विशेष उष्ण पदार्थांतल्याच उष्णतेचे किरण कमी उष्ण पदार्थांत जातात, इतकेंच नाहीं; तर त्या दोन्ही पदार्थांत त्या उष्णतेच्या किरणांचा विनिमय होतो असें दिसतें; म्हणजे ह्याची उष्णता किरण रूपानें त्यांत जाते, व त्यांतली उष्णता किरणरूपानें ह्यांत येते. पदार्थ कमी उष्ण असोत किंवा जास्त उष्ण असोत, त्या सर्वांतून उष्णता सर्वकाळ किरणरूपानें बाहेर पडत असते—उष्ण पदार्थांतली थंड पदार्थांत जाते, व थंड पदार्थांतली उष्ण पदार्थांत येते. थंड पदार्थापासून उष्ण पदार्थास उष्णता प्राप्त होते, ही गोष्ट अद्भुत वाटेल खरी; परंतु पृथ्वीवर बारीक खडा पडत असतां, पृथ्वी त्यास जशी खालीं ओढिते, तसा तोही पृथ्वीस कांहींशी वर ओढितो; तसेंच लहान दिव्यापासून सूर्यास उजेड प्राप्त होतो; ह्या गोष्टीपेक्षां वरची गोष्ट विशेष अद्भुत नाहीं; व ह्या गोष्टी तर शास्त्रावरून पाहतां खऱ्या आहेत असें ह्मणावें लागतें. असो; पदार्थांच्या आंगीं सारखी उष्णता असली ह्मणजे एकांतून जितकी उष्णता दुसऱ्यांत जाते, तितकीच त्यास दुसऱ्यांतून मिळते; आणि तसें झाल्यानें त्यांच्या उष्णतेंत फेर पडत नाहीं; पण एक कमी उष्ण, व दुसरा जास्त उष्ण असें असलें ह्मणजे त्यांतल्या उष्णतेचा विनिमय होतांना कमी उष्ण पदार्थाची उष्णता

वाढत जाते, व दुसऱ्यांतली कमी होत जाते, आणि असें होतां होतां शेवटीं दोन्ही सारखे उष्ण किंवा सारखे थंड होतात. असा व्यापार घडतो ह्मणून संगमरवरी चवरंगानें हात गार होतो, व बर्फाचें पाणी होतें.

निरनिरानिराळे पदार्थ, किंवा बरोबर ह्मटलें असतां, त्यांचे पृष्ठभाग, निरनिराळ्या मानानें उष्णतेचें किरण टाकितात; म्हणजे कांहीं पदार्थांच्या पृष्ठभागांतून उष्णता कमी बाहेर पडते, व कांहींतून अधिक पडते. **सरजानलेस्ली** नामें एक विद्वान होता, त्यानें मोठ्या चातुर्यानें ह्या उष्णतेच्या गुणाविषयीं कितीएक प्रयोग केले; त्यावरून असें सिद्ध झालें कीं, काळ्या पृष्ठभागांतून उष्णतेचे किरण पुष्कळ बाहेर पडतात; त्याच्या खालोखाल पांढऱ्यांतून पडतात; व गुळगुळीत पृष्ठभागांतून अत्यंत कमी पडतात. असें आहे म्हणूनच हिवाळ्यांत चकचकीत रंगाच्या वस्त्रांनीं आंगांत ऊब राहते, तशी काळ्या वस्त्रांनीं रहात नाहीं. तसेंच धातूंच्या पात्रांतले पदार्थ जसे गरम राहतात, तसे इतर द्रव्यांच्या पात्रांतले रहात नाहींत. तसेंच विलायतेंत थंडी फार ह्मास्तव लोखंडी नळ्यांतून उष्ण वाफ घरांत बसावयाच्या वगैरे जागीं नेली असते म्हणजे त्या जाग्यास ऊब येते; त्या नळ्यांचा पृष्ट भाग जेथें ऊब आणावयाची त्या ठिकाणीं मात्र काळा केला असतो; व बाकीच्या ठिकाणीं त्यांचा पृष्ठभाग चकचकीत असतो; असें करण्याचेही कारण वरच्या गोष्टीवरून स्पष्ट होतें. आतां भिन्नभिन्न पृष्टभाग उष्णतेचे कमीजास्त किरण टाकितात ही गोष्ट, व उष्णतेचे ठायीं सर्वत्र समहोण्याचा धर्म आहे हें मत, ह्यांचा परस्पर विरोध आल्या सारखा दिसतो. कारण कीं, वरच्या गोष्टीवरून असें दिसतें, कीं ज्यांच्या पृष्ट भागांतून उष्णतेचे किरण फार जातात, त्यांचा कमी किरण टाकणाऱ्यांशीं संबंध झाला असतां, पाहिले पदार्थ परिणामीं फारच थंड होतील. परंतु ह्या शंकेचे समाधान असें आहे कीं पदार्थाची आंगची उष्णता किरण रूपानें टाकण्याची शक्ती, व उष्णता घेण्याची शक्ति, ह्या सर्वदा सारख्या असतात ह्यामुळें ज्या पदार्थांतून उष्णता फार जाते त्यांत ती येतेही फार; आणि असें असल्यामुळें अधिक उष्णता गेल्याचा वचपा निघून जातो.

उष्णता सम होतांना ती एके पदार्थांतून निघून त्या भोंवतालच्या दुसऱ्या पदार्थांत जाते, ती किरण रूपानेंच जाते असें नाहीं. पदार्थ पदार्थांचा संबंध नसतांना एके पदार्थांतून उष्णता निघून दुसऱ्यांत जी जाते ती मात्र किरणांच्या रूपानें जाते; परंतु त्यांचा संयोग असतांना जी जाते ती किरण रूपानें जात नाहीं, तर त्यांच्या संयोगामुळें जाते व संयोगानें उष्णता जाण्यास पदार्थांचा निकट संयोगच असावा लागत नाहीं; तर त्यांचा परंपरेनें संयोग असला तरी ती मध्यवर्ती पदार्थांतून सुद्धां जाते. ह्यावरून पदार्थांच्या आंतून उष्णता वाहते असें सिद्ध होतें. निरनिराळ्या पदार्थांतून उष्णता निरनिराळ्या वेगानें वाहते. कांहीं पदार्थांतून ती फार जलद वाहते; व कांहींतून फारच सावकाश वाहते. ही गोष्ट नेहमींच्या अनुभवावरून सर्वांस ठाऊक आहे, कीं लोखंडाच्या दांड्याचें एक टोंक चुलींत घालून अमळसें ठेविलें असतां, त्याच्या बाहेरचे टोकास हात लाववत नाहीं; लाविला तर पोळतो; आणि भिंगाच्या तुकड्याचें किंवा लांकडाचें ठोंक कितीही वेळ विस्तवांत असलें तरी, त्याच्या बाहेरच्या टोंकांस हात लावतां येतो. लोखंडाच्या दांड्यांतून उष्णता लौकर वाहते ह्यामुळें विस्तवापासून एका हाताच्या अंतरावर त्यास स्पर्श करवत नाहीं; आणि भिंगाच्या तुकड्याचें एक टोंक अगदीं लाल जरी झालें असलें तरी दोन तीन इंच अंतरावर तो तुकडा धरतां येतो; व लांकडी कोळसा तर ग्न्हापेक्षां देखील कमी अंतरावर धरतां येतो. कांच व कोळसा ह्यांत उष्णता त्वरेनें वहात नाहीं ह्यावरून पदार्थमात्राचे दोन वर्ग होतात. एक शीघ्रवाहक पदार्थ, व मंदवाहक पदार्थ. लोखंड वगैरे सर्व धातू व ज्या पदार्थांतून उष्णता जलद वहाते, ते पहिल्या वर्गांत येतात. दगड, लांकूड लांकडी कोळसा, कांच वगैरे ज्या पदार्थांतून उष्णता वाहण्यास प्रतिबंध होतो, ते दुसऱ्या वर्गांत मोडतात.

निरनिराळ्या पदार्थांच्या आंगची निरनिराळी उष्णतावाहक शक्ति मापण्याकरतां विद्वानांनीं अनेक युक्ति योजिलेल्या आहेत; पण त्या सर्वांत **इन्जेन्हौज** नामक विद्वान् पुरुषानें योजिलेली युक्ति सुगम आहे, असें वाटल्यावरून ती युक्ति येथें सांगतों. त्यानें निरनिराळ्या किती एक द्रव्यांचे एका आकाराचे एका जाडीचे व एका लांबीचे असे लहान लहान

दांडे केले, व त्या सर्वांवरून मेणाचा एकसारखा पातळ थर देऊन त्या दांडयांचीं टोकें कढत्या तेलांत बुडविलीं; आणि सारख्या वेळांत एकेका दांडयावरील मेण किती किती अंतरावर वितळत जातें तें पाहिलें. ह्या-प्रयोगावरून असें दिसलें, कीं सर्व पदार्थांपेक्षां धातूंतून उष्णता पराकाष्ठेची जलद वहाते, आणि धातूंमध्येंही रुपें सर्वोत्कृष्ट; त्याच्या खालोखाल सोनें; त्याच्या खालीं कथील व तांबें; त्यांच्या मागून लोखंड, प्लातिना आणि शिसें.

कौन्ट रंफर्द नामें एक विद्वान पुरुष होऊन गेला, त्यानें वस्त्रें करण्याच्या निरनिराळ्या द्रव्यांच्या आंगची निरनिराळी उष्णतावाहक शक्ति मोजण्याकरितां ही पुढील चमत्कारिक कल्पना योजिली होती. त्यानें कांचेची एक मोठी नळी घेतली. त्या नळीच्या एके टोकास फुगा होता, आणि नळींत उष्णतामापक एक यंत्र घातलें; व ज्या पदार्थाची परीक्षा करावयाची तो पदार्थ यंत्राच्या व त्या नळीच्यामध्यें जी जागा असे तींत भरी, आणि ती नळी कढत्या पाण्यांत बुडवून ती विवक्षित प्रमाणानें तापली म्हणजे बर्फांत घाली आणि यंत्रांतला पारा १३५ अंश उतरण्यास किती सेकंद लागतात तें नीट पाहून लिहून ठेवी. जेव्हां यंत्र आणि नळी ह्यांच्यमध्यें साधारण वायु होता, त्या वेळेस नळी निवायास ५७६ सेकंद लागले; तागाचें बारीक कापड होतें, तेव्हां १०३२ लागले; कापूस असतां १०४६ लागले; मेंढीची लोंकर असतां १११८ लागले; कच्चें रेशिम असतां १९८४लागले; पाणमांजराचें सकेश कातडें असतां १२९६ लागले; देवदाराचा कापूस असतां १३०५ लागले; व ससाचें सकेश कातडें असतां १३१५ लागले. ह्या प्रयोगा रून लोकांतली वहिवाट आहे, ती बरोबर आहे असें सिद्ध झालें हिवाळ्यांत आपल्या आंगांतली उष्णता जितकी राखवेल तितकी राखण्याकरितां आपण रेशीम लोंकर वगैरे मंदवाहक द्रव्यचीं पांघरुणें आंगावर घेतों; व उन्हाळ्यांत ती उष्णता जाण्याकरितां कापूस, ताग वगैरे शीघ्रवाहक द्रव्यांचीं वस्त्रें आपण पांघरतों.

पदार्थांच्या ठायीं उष्णतावाहक शक्ति निरनिराळी असल्यामुळें व्यव-

हारांत नानाप्रकारच्या चमत्कारिक गोष्टी अनुभवास येतात. कांचेचा तुकडा व लोखंडाचा तुकडा हे दोन्ही सारखे तापवून त्या दोहोंस हात लाविला असतां, लोखंडाच्या तुकड्यानें हात पोळतो; आणि कांचेचा तुकडा नुस्ता गरम मात्र लागतो. ह्याचें कारण असें कीं लोखंड शीघ्रवाहक असल्यामुळें विवक्षित काळांत हात पोळण्यातकी उष्णता त्याच्या पृष्ठभागावर येते; व कांच मंदवाहक असल्यामुळें तितक्याच काळांत त्याच्या पृष्ठभागावर तितकी उष्णता येत नाहीं; फार थोडी येते. ह्यावरून असें सिद्ध होतें, कीं पदार्थ उष्ण किंवा थंड ह्याचें यथार्थ ज्ञान होण्यास स्पर्शेंद्रियाच्या प्रमाणावर अगदीं विश्वास ठेवितां येत नाहीं. आपल्या घरांत जे किती एक पदार्थ असतात, त्यांस हात लावून पाहिलें असतां त्यांच्या आंगच्या उष्णतेविषयीं अगदीं खोटी समजूत होते. गालिच्यास हात लाविला असतां तो आपल्या आंगा इतकाच गरम लागतो; पुस्तक गार लागतें; टेबल गारच लागतें; खांबाखालची दगडी खुर्ची त्यापेक्षां गार लागते; भांडें दगडापेक्षां गार लागतें. पण ह्या सर्वांस उष्णतामापक यंत्र लावून पाहतां पारा एकसारखाच उंच चढतो. ह्यावरून त्या सर्वांच्या आंगीं सारखी उष्णता आहे असें सिद्ध होतें. ते सर्व आपल्या शरीरापेक्षां कमी उष्ण आहेत; पण जे शीघ्रवाहक आहेत त्यांत आपल्या हातांतली उष्णता फार जलदीनें गेल्यामुळें ते फार गार लागतात, व ज्यांत ती जलद जात नाहीं ते गार लागत नाहींत.

जड पदार्थांच्या साधारण धर्मांविषयीं

गुरु. पदार्थ असें म्हटलें असतां, पृथिव्यादि चार द्रव्यांचा आणि तदुत्पन्न विकृतींचा बोध होतो. मग तें द्रव्य किंवा ती विकृति अप्रवाही किंवा प्रवाही असो; आणि प्रकृति असें उच्चारिलें असतां, सर्व जातींचे पदार्थ उत्पन्न होण्याचें जें कारण तें असा अर्थ मनांत येतो. उदाहरण, चौरंगाची प्रकृति लांकूड, आणि चौरंग पदार्थ; नदीची प्रकृति जल, आणि नदी पदार्थ.

कृष्णा. आपण मला प्रकृति शब्दाचा अर्थ सांगितला हें बहुत उ-

त्तम झालें. कांतर अप्रवाही पदार्थांचेच ठायीं प्रकृति शब्दाचा प्रयोग करितात, असें जें मला अज्ञान होतें, तें आज नाहींसें झालें.

गु०—किती एक धर्म सर्व पदार्थांचे ठायीं सामान्यत्वानें राहतात, ह्मणन सांसिद्धिक धर्म अशी त्यांस संज्ञा आहे. त्यांचीं नांवें; निर्भेद्यता, पारमेयता, आकार, विभाज्यत्व आणि जडत्व, हे पदार्थांचे सामान्य धर्म होत; कांतर ह्यावाचून कोणत्या पदार्थाची स्थिति नाहीं असें कळून येतें.

कोणत्या एका जागेंत पदार्थ ठेविला असतां, तो तितकी जागा ज्या धर्मानें व्यापून टाकितो, आणि तो पदार्थ तेथून काढिल्यावांचून तेथें दुसरा पदार्थ राहू देत नाहीं; ह्मणजे दोहों पदार्थांस एक्या जागीं एक्या काळीं राहवत नाहीं, अशी योग्यता ज्या धर्माच्या योगानें पदार्थास आली आहे त्यास निर्भेद्यता ह्मणावें.

प्रवाही पदार्थ अप्रवाही पदार्थांपेक्षां अल्पायासानें सरकतात. तथापि प्रवाही पदार्थांचे ठायीं वरच्या सांसिद्धिक धर्मांविषयीं कांहीं उणीव नाहीं; कांतर जसे दोन अप्रवाही पदार्थ एकेजागीं एकेसमयीं रहात नाहींत तसेच प्रवाही आणि अप्रवाही पदार्थही एकेजागीं एकेसमयीं राहत नाहींत.

ह्यास दृष्टांत, जी पंचपात्री जलानें पूर्ण भरलेली असेल, तींत जर पळी घातली, तर जितकी त्या पळीस जागा मिळेल तितकें जल त्या पंचपात्रींतून बाहेर पडेल.

कृ०—प्रवाही पदार्थ सरकावयास आयास अल्प लागतो; ह्मणून त्याचे आंगीं सांसिद्धिक धर्मांविषयीं कांहीं उणीव आहे असा भास होतो; वस्तुतः अप्रवाही पदार्थांचे ठायीं जे सांसिद्धिक धर्म तेच प्रवाही पदार्थांचे आंगीं आहेत; तस्मात् अप्रवाही पदार्थासारखींच प्रवाही पदार्थांच्या आंगीं निर्भेद्यता आहे; असा आपल्या सांगण्यावरून मला पूर्ण बोध झाला.

गु०—बहुत बरें. वायूही प्रवाह्यांतर्गतच आहे, त्याचा पातळपणा मात्र भिन्न. परंतु तोही इतर जलादि प्रवाह्यांसारखा निर्भेद्य आहे.

ह्यास दृष्टांत रिती कुपी घेऊन जलांत बुडविली असतां तीमध्यें ज-

लाचा प्रवेश होऊं लागला म्हणजे तींत जो वायु असतो, त्यास जागा मिळेनाशी होऊन तो बाहेर निघतो, आणि तेणेंकरून बुडबुडे उत्पन्न होतात; कांकीं जसे दोन अप्रवाही पदार्थ एक्या जागीं एक्या समयीं राहत नाहींत तसें वायु आणि जल एक्या ठिकाणीं राहत नाहींत. त्याच प्रमाणें एक कांचेचें भांडें उपडें करून त्यांतील वायु बाहेर न निघतां जलांत उभेंच घातलें तर ते कांचपात्र जलानें कदापि भरणार नाहीं.

कृ०—तें कांचपात्र जलानें भरत नाहीं खरें; परंतु किंचित् जल त्यांत चढतें, असें दिसतें.

गु०—त्या चढण्याचें कारण ऐकून घे. त्या कांचपात्रांतील वायु जलानें संकुचित होऊन पहिल्यापेक्षां कांहीं थोडया जागेंत राहतो, आणि जितकी जागा रिकामी होते तितकींत जल वर चढतें; परंतु जोंपर्यंत त्या कांचपात्रांत कांहीं जागा वायूनें व्यापिली आहे, तोंपर्यंत त्या जागेंत दुसरा पदार्थ राहणार नाहीं.

कृ०—अप्रवाह्यांचे आंगीं निर्भेद्यता आहे, असें आपण मला सांगितलें; त्यावरून मला एक शंका आली आहे. ती अशी, कीं लांकडांत खिळा मारिला असतां, तो तें लांकूड भेदून जातो, आणि ज्या स्थानांत तें एकटें लांकूड पूर्वी होतें, त्याच स्थानांत तें खिळ्यासहित राहतें हें कसें !

गु०—तें असें आहे. लांकडांत खिळा मारिला असतां, तो त्या लांकडाचे अंश एकीकडे करून आंत प्रवेश करितो. कांकीं जेथें त्या लांकडाचा सूक्ष्मही अंश आहे, तेथें तो खिळा कदापि राहणार नाहीं. लांकडांत खिळा मारिला असतां त्या लांकडाचें महत्त्व जितकें पूर्वी होतें, तितकेंच जर राहिलें, तर जसे सांदण, गीर इत्यादि पदार्थ दाबले असतां, आपले सच्छिद्रतेमुळें संकोच पावतात; तसें तें लाकूड सच्छिद्र म्हणून त्याचे अवयव संकुचित होऊन खिळ्यास त्यांत जावयास मार्ग मिळतो.

आंतां पदार्थांचें दुसऱ्या सामान्य धर्माचें कथन करितों. ज्या धर्मे-करून पदार्थांचे आंगीं लांबी, रुंदी, उंचीं, अशीं परिमाणें उत्पन्न झालीं आहेत, त्यास परिमेयता ह्मणावें. जो पदार्थ यत्किंचित् स्थान व्यापितो, त्याचे आंगीं हा धर्म अवश्य असला पाहिजे. ह्या धर्मावांचून तुझ्या लक्ष्यांत कोणता तरी पदार्थ आहे काय?

कृ०—नाना आकारांचे पदार्थांस नानापरिमाणें आहेत, असें दि-सण्यांत येतें; परंतु पदार्थास मुळींच परिमाण नसल्यास त्याची स्थिति कशी होईल? पेटी, आंगठी, ह्यांची लांबी, रुंदी, आणि उंची, छत्री, केंस, ह्यांची लांबी, रुंदी आणि उंचीं ह्यापेक्षां केवळ भिन्न आहेत. बरें, परिमाणांत खोली हा निराळा प्रकार नाहीं.

गु०—खोली आणि उंची वस्तुतः एकच परिमाण आहे; परंतु वे-गळ्या रीतीनें मोजलें असतां वेगळें नांव येतें. पदार्थ वरून खालीं मो-जला असतां, त्या परिमाणास खोली म्हणतात, खालून वर मोजला असतां उंची ह्मणतात; ह्यास्तव त्याची उंची आणि खोली, पाहिलें अस-तां, एकच परिमाण आहे.

कृ०—आपण ह्मणतां हें बरोबर आहे आणि जर म्यां क्षणभर वि-चार केला असता, तर मलाहि तें कळलें असतें.

गु०—ज्या धर्मेकरून पदार्थांचे आंगीं परिमेयता उत्पन्न झाली, त्यास आकार ह्मणावें, आणि ज्या पदार्थांचे आंगीं लांबी, रुंदी, आणि उंची आहे, तो पदार्थ आकारावांचून राहणार नाहीं, असें तुलाही कळत असेल; मग तो आकार सुघटित असो किंवा ओबड धोबड असो.

कृ०—अशी प्रत्यक्ष गोष्ट असतां मला कशी कळणार नाहीं? कां-तर पदार्थांचे आंगीं अनंत प्रकारचे आकार दृष्टीस पडतात.

गु०—ईश्वरानें पदार्थांस बहुतकरून सुघटित आकार दिले आहेत; खनिज पदार्थांचा स्वाभाविक आकार ह्मटला तर, अवस्था विशेषीं त्या त्या पदार्थांच्या ज्या कांड्या बनतात, तो होय. कितीएक पदार्थांच्या कांड्या फारच सुंदर असतात, व त्या कांड्या चमत्काराकारितां असाधा-

रणपदार्थसंग्रहालयांमध्यें जमवून ठेविल्या असतात. त्यांचें भाप्रवेशाहेत्व आणि रंग पाहून जसा चमत्कार वाटतो, तसाच त्यांचे सुघटित आकारांवरून चमत्कार वाटतो. वनस्पतिरूप आणि जीवरूप पदार्थांचे आकार धातुरूप पदार्थांचे आकारासारिखे केवळ नियमित नसतात, तथापि त्यांचे ठायीं ।जितके आकारांचे प्रकार आहेत, तितके धातुरूप पदार्थांचे ठायीं नाहींत. जशा जशा आकृती मनुष्यास आवडतात, तशा तशा कृत्रिम पदार्थांचे आंगीं कलेनें उत्पन्न कारितां येतात. पदार्थ अनेक प्रकारें छिन्न भिन्न केलें असतां त्यांचे असंख्य अनियमित आकार होतात.

कृ०—मृत्तिकेचा घट किंवा कौल फुटलें असतां त्यास जसे आकार प्राप्त होतात, तसेंच पदार्थास यादृच्छिक कारणांनीं आकार प्राप्त होत असतील.

गु०—त्यांसारिखेच धातुरूप पदार्थ पृथ्वीपासून खणून काढतेसमयीं भग्न झालें असतां, किंवा जलाच्या ओघानें अथवा अन्य कारणानें झिजले असतां, त्यास अनेक आकार प्राप्त होतात.

आतां विभाज्यत्वाचें व्याख्यान करितों:—ज्या धर्माच्या योगानें पदार्थाचे अगणित भाग केले जातात, त्या धर्मास विभाज्यत्व ह्मणावें; कोणत्या एक लहान पदार्थाचे, अथवा वाळूच्या कणाचे दोन कण केले असतां होतात; परंतु जितकें सूक्ष्म शस्त्र पाहिजे, तितकें सूक्ष्म तें आपल्याजवळ असल्यास त्या दोन कणाचे ही आणखी कण होतील, पदार्थाचें चूर्ण केलें अथवा त्यास दळलें किंवा तसेंच अन्य उपाय योजिले; म्हणजे त्याचे पुष्कळ कण होतात, आणि पदार्थाचे कणास अतिशय सूक्ष्मता जरी प्राप्त झाली, आणि ह्याप्रमाणें त्याची अवस्थाही पालटली, तथापि त्याचे एके सुद्धां परमाणूचा लय होणें नाहीं.

कृ०—मीं ऐकिलें आहे, कीं एक शेर काश्मिरी लोंकर बारीक कांतली असतां, चाळीस कोस लांब सूत होतें; ही तर पदार्थाचे आंगीं विभाज्य शक्ति केवळ विचित्र होय, असें ह्याच्या योगानें मला कळून येतें.

गु०—आणखी दुसरें हीं एक त्या शक्तींचें कार्य ऐकून घे. अप्रवाही प्रवाह्यांत विरला असतां त्याचे रजांची केवळ चमत्कारिक सूक्ष्मता दृष्टीस पडते. जर पंचपात्रीभर पाणी गोड करावयाचें असलें, आणि त्यांत साकर घातली; तर तितकें पाणी गोड व्हावयास त्या साखरेचे पहा किती सूक्ष्म कण होत असतील !

कृ०—आणि तांबड्या रंगाचे थोडके थेंब पंचपात्रीभर पाण्यांत टाकिले असतां अवघें पाणी तांबडें करितात; तेव्हां तितक्या जलांत त्या थेंबांची व्याप्ति होतांना पदार्थांचे रजांची अतर्क्य सूक्ष्मता दिसून येते.

गु०—होय, आणि तसाच सुगंध तैलाचे कुपीचा दट्टथा काढितांच, त्या तैलाचे सुगंधाचा सभेमध्यें प्रसर होतो.

कृ०—त्याचे सुगंधाचा प्रसर होतो खरा परंतु तें सुगंध तैल स्वतः प्रसरत नाहीं.

गु०—सुगंध कांहीं स्वतंत्र पदार्थ नव्हे. सुगंध द्रव्याचाच अंश आहे, आणि जेव्हां त्या द्रव्यापासून परमाणु उधळतात, तेव्हांच गंध अनुभवास येतो. त्या सुगंध तैलाचे परमाणूंचा तुझ्या नासिकास स्पर्श होत नसला, तर तुला त्या तैलाचा कदापि सुवास येणार नाहीं.

कृ०—परंतु जेव्हां मी पुष्प हुंगितों, तेव्हां त्यापासून सुगंधाची वाफ उठतां माझे दृष्टीस पडत नाहीं; तथापि मी कांहीं दूरही असतां, मला त्या पुष्पाचा परिमल येतो, हें कसें ?

गु०—त्याचा निर्णय श्रवण कर. फलाचे रज तुझे जिव्हेस लागल्यावांचून त्याचा स्वाद जसा तुला कळत नाहीं, तसा सुगंध द्रव्याचे परमाणूंचा तुझ्या नासिकास स्पर्श झाल्यावांचून तुला कदापि गंध येणार नाहीं.

कृ०—ही तर चमत्कारिक गोष्ट आहे; आणि ह्यावरून असें लक्ष्यांत येतें, कीं सुगंध तेलाचे आणि पुष्पाचे जे परमाणु उडतात, ते अत्यंत सूक्ष्म; म्हणून आपणास दिसत नाहींत.

गु०—आणि त्या सुगंध तेलाचे असंख्य परिमाणु उडून सभा सुगंधयुक्त होतें तेणेंकरून त्यांच्या अति सूक्ष्मतेची कांहीं कल्पना तुझ्या

मनांत येईल; परंतु रजांचे उधळण्यानें सुगंध तेल उणें होत असेल असें मानूं नको.

कृ०—कां जितका पदार्थ उडाला तितका वस्तुतः उणा होणार नाहीं काय ?

गु०—उणा होईल ह्यांत संशय नाहीं; आणि त्या सुगंध तेलाची कुपी त्याचे अवघे अंश उडून जात तोंपर्यंत उघडी ठेविली असतां, त्यांतील अवघें तेल उडून दृष्टीस पडणार नाहीं; आणि त्यांचे अंशाचे अंश होऊन आपणास अगोचर होतील हें खरें; तथापि त्यांतल्या एकाचाही लय होणार नाहीं, कां तर पदार्थाचे एके देखील परमाणूचा मनुष्य नाश करील इतकी त्याचे ठायीं शक्ति नाहीं; आणि ह्या सृष्टीचे ठायीं कशाचे परमाणूचा कधीं संव्हार झाला असेल, असें म्हणावयासही आधार नाहीं.

कृ०—परंतु जेव्हां पदार्थ जळून त्याचे भस्म होतें, तेव्हां त्याचे कांहीं अंशांचा लय होतो असें दिसतें; कारण चुलींत लांकडें किती जळतात आणि त्यांची राख केवढी थोडी होते ?

गु०—लांकडाचे कांहीं अंशांचा लय होतो, असें भासतें मात्र; परंतु ते धुराच्या आणि वाफ़ेच्या रूपें उडून वाफेंत मिळतात. आणि जे राहिले त्यांचें भस्म होतें. पदार्थ जळतांना त्यास अति विचित्र अवस्था प्राप्त होतात. त्याचे बहुतकरून खंड खंड होऊन आकार आणि रंग पालटून त्याचे परिमाणाची वृद्धि होते; आणि जरी दहनाचे योगानें पदार्थाचे नाना खंड झाले; तथापि त्याचा लय होत नाहीं. त्याच्या आंगीं सांसिद्धिक धर्म जसेचे तसेच राहतात.

सृष्टींतील यच्चयावत् पदार्थ कालेंकरून कुजून नाहींतसे होतात, प्राणी मरून त्यांचे शरिरांची मृत्तिका होते; तिचे भूमीस खत होते; आणि त्याच्या योगानें औषधिद्वारा इतरांस उपजीविका प्राप्त होते; तथापि प्रकृतीचे एकेही परमाणूचा लय होत नाहीं. हें वचन निरंतर लक्ष्यांत ठेवावें.

आतां जडत्व ह्मणून जो पदार्थांचा सांसिद्धिक धर्म तो सांगतों. ज्या धर्मामुळें पदार्थाची गमनावस्था, किंवा स्थैर्यावस्था, ह्यांचा पालट कारणावांचून होत नाहीं, त्या धर्मास जडत्व ह्मणावें. पदार्थांचें गमन होत असल्यास स्वतः स्थिर रहावयास किंवा स्थिर असल्यास स्वतः गमन करावयास त्याचे ठायीं शक्ति नाहीं, परंतु त्याचे गमनावस्थेचा किंवा स्थैर्यावस्थेचा कोणी पालट करूं लागलें; तर त्यास धक्का देण्याचें त्याचे आंगीं सामर्थ्य आहे. जो पदार्थ स्थिर आहे, त्यास चालवूं लागल्यास कांहीं बळ लागतें; आणि त्याचप्रमाणें जो पदार्थ चालत आहे, त्यास स्थिर करावयास आयास लागतो; ह्मणून पदार्थांचे कोणतेही अवस्थेचा पालट करितांना त्याचे ठायीं ज्या धर्माच्या योगानें प्रतिरोधकता उत्पन्न होते, त्यास जडत्व ह्मणावें.

कृ०—आपण सांगतां त्याचप्रमाणें विटीदांडू खेळतांना मला अनुभव आला आहे. जितक्या शक्तीनें टोला मारावा; तितकी विटी वेगानें जाते; आणि जितका तिचा वेग आहे, तितका झेलूं लागलें असतां तिचा धक्का बसतो; परंतु जरी तीस झेललें नाहीं तरी ती आपल्या आपण भूमीवर पडून स्थिर होते.

गु०—जड पदार्थाच्यानें जसें स्वतः गमन करवत नाहीं, तसें त्याच्यानें स्वतः स्थिरही होववत नाहीं; ह्मणून जेव्हां विटी धांवतां धांवतां उगी राहते; तेव्हां ती उगी रहावयास कांहीं कारण असावें हें स्पष्ट आहे. पण तें कारण कोणतें, ह्याचें निरूपण तुला उद्यांच्या पाठांत करीन.

हरी केशवजी,

स्नेहाकर्षकत्व व गुरुत्वाकर्षकत्व ह्यांविषयीं.

कृ०—महाराज, आपण मला पदार्थविज्ञान जितकें सांगितलें, तितकें मी ह्या गोपाळास सांगितलें आणि तें ऐकून त्या ज्ञानाच्या प्राप्त्यर्थ ह्याचे ठायीं अशी तीव्र इच्छा उत्पन्न झाली आहे, कीं हा आपणापासून उपदेश ग्रहणार्थ आला आहे.

गु०—फार उत्तम; परंतु ह्या गोपाळास पदार्थविज्ञानादिक जीं शास्त्रें त्यांची कांहीं गोडी आहे, असें मला कोठें आढळलें नव्हतें.

गो०—महाराज, आपणास कोठून आढळेल; कां तर अशा ज्ञानाचे ठायीं कांहीं उत्कृष्ठ रस आहे; असें मी कधींही मानिलें नव्हतें; परंतु ह्या माझे ज्येष्ठ बंधूचे मुखापासून मी जें श्रवण केलें; तेवढ्यानेंच माझे ठायीं अशी उत्सुकता उत्पन्न झाली आहे, कीं आपण मजवर कृपा करून मला आपला शिष्य केल्यास मी आनंदांत पोहूं लागेन.

गु०—परंतु तुझा ज्येष्ठ बंधु जसा सुशिक्ष शिष्य मला भेटला आहे, तसा तूं नसशील; कारण कीं तूं फार स्वमताभिमानी आहेस असें ऐकिलें आहे.

गो०—तर, महाराज, अशा अभिमानाचे मोहापासून मला काढिल्यास आपली प्रशंसा होईल; आणि आपल्या बोधाचीं जीं आश्चर्यकारक बोधवचनें दादानें मला सांगितलीं, त्यांवरून मला असें वाटतें, कीं आपल्या बोधेंकरून माझा मताभिमान गलित होईल.

गु०—जो विषय सांगावयाचा असतो, त्याविषयीं जितक्या शंका घेतल्या तितकें त्याचें विवरण विशेष होतें; ह्मणून जितक्या तुझ्यानें घेववतील तितक्या शंका निर्भयपणें घेत जा. असो, अरे, कृष्णा, मी तुला पदार्थांचे सामान्य धर्म सांगितले होते त्यांचे तुला स्मरण आहे काय?

कृ०—होय, महाराज, आहे, निर्भेद्यता, परिमेयता, आकार, विभाज्यत्व आणि जडत्व.

गु०—बहुत बरें. हे धर्म सर्व पदार्थांचे ठायीं सामान्यत्वें राहतात, आणि पदार्थांपासून कोणाच्यानें ह्यांचा वियोग करवणार नाहीं; यांखेरीज पदार्थांचे जे धर्म त्या राहिलेल्या सर्व धर्मांस औपाधिक धर्म ह्मणावें, कां तर उपाधिद्वारा पदार्थांचे ठायीं ते धर्म उत्पन्न होतात.

गो०—महाराज, पदार्थांचे सांसिद्धिक धर्माचें जें आपण परिगणन केलें, त्यांत अवघ्यांचा समावेश झाला नाहीं, कां तर रंग, गुरुत्व इत्या-

दि जे धर्म सर्व पदार्थांचे ठायीं सामान्यत्वें आहेत, त्यांची उत्पत्ति पदार्थ पदार्थांचे संयोगापासून होत नाहीं. पहा बरें. जो पदार्थ स्वतंत्र मूलभूत त्याचे ठायीं ही ह्यांचीं स्थिति आहे तस्मात् हे औपाधिक धर्म कसे होतील ?

गु०—पदार्थाचा पदार्थाशीं संयोग झाल्यावांचून, तूं जे धर्म बोललास त्यांची स्थिति पदार्थाचे ठायीं कदापि होत नाहीं.

गो०—हें आपण कशावरून ह्मणातां ? पदार्थांचेठायीं गुरुत्व नाहीं काय ? आणि दोन पदार्थ तोलले असतां त्यांतून एक पदार्थ गुरु उतरला तर गुरुत्व म्हणून एक धर्म नसावा काय ?

गु०—तूं जो धर्म सांगितला तो वस्तुतः आहे; परंतु त्याची स्थिति पदार्थ पदार्थांचे संयोगाधीन; म्हणून तो सांसिद्धिक नव्हे. गुरुत्व हें आकर्षकत्वाचें कार्य होय; जर आकर्षकत्व नसतें तर डबी, झोपाळा, इत्यादिकांचेठायीं कोणते ही प्रकारचें गुरुत्व नसंभवतें.*

गो०—महाराज, आपण आकर्षण म्हणून जें म्हणतां, तें काय आहे ? तें मला स्पष्ट कळत नाहीं.

कृ०—महाराज, हा विषय मी गोपाळास समजवून देतों. सर्व पदार्थ, अत्यंत सूक्ष्म परमाणु एकत्र मिळून झाले आहेत; व त्या प्रत्येक परमाणूच्या आंगीं दुसऱ्या परमाणूंस, ते असावे तितके जवळ असले म्हणजे, आपल्याकडे ओढून घेण्याची शक्ति आहे. ह्या शक्तीस आकर्षण ह्मणतात प्रत्येक सूक्ष्म परमाणूच्या आकर्षण शक्तीचा जोर अल्प असल्यामुळें पुष्कळ परमाणु एकत्र असल्यावांचून ही शक्ति दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं. परमाणु जवळ जवळ असले, ह्मणजे, ते ह्या शक्तीच्या योगानें एकमेकास चिकटतात, व ह्या कार्याच्या दृष्टीनें ह्या शक्तीस स्नेहाकर्षण ह्मणतात. ही शक्ति नसती तर घन (अप्रवाही) पदार्थ नव्हते. कारण घनपदार्थ अनेक परमाणु एकत्र चिकटुन बनलेले आहेत.

---

*ह्या धड्यांतला इतकाभाग हरी केशवजी ह्यांचे पदार्थविज्ञानांतून घेतला आहे व ह्या पुढला भाग नवीन केला आहे.

गो०—घनपदार्थांचे घटक परमाणु एकत्र चिकटून राहण्यास कांहीं एक निराळी शक्ति असली पाहिजे, अशी कल्पना माझ्या मनांत आजपर्यंत कधींही आली नव्हती. बरें असो; पण महाराज, मला वाटतें, कीं हें स्नेहाकर्षण प्रवाही पदार्थांचेठायीं राहत नसेल? कारण प्रवाही पदार्थांचे परमाणु भांड्यांत वगैरे असल्यावांचून एकमेकास चिकटून कदापि राहत नाहींत.

कृष्णा०—गोपाळ, तूं म्हणतोस तसें नाहीं प्रवाही पदार्थांत ही तें आकर्षण आहे. पहा, पाण्यांत बोट बुडवून वर काढिलें असतां, बोटाच्या शेवटीं पाण्याचा थेंब लोंबत राहतो, त्यावरून त्या थेंबाचे घटक जलावयव एकत्र चिकटून ह्या शक्तीनेंच राहतात, असें ह्मटलें पाहिजे तथापि परमाणूंचा संयोग जितका विशेष निकट, तितका आकर्षणाचा जोर अधिक, असा सामान्य नियम आहे; ह्यामुळें घन ह्मणजे अप्रवाही पदार्थांच्याठायीं प्रवाही पदार्थांच्यापेक्षां स्नेहाकर्षण विशेष असतें. प्रवाही पहार्थांतही पदार्थ जितका विशेष हलका व पातळ तितकें त्याचे ठायीं स्नेहाकर्षण कमी. कारण त्याच्या घटकावयवांचे एकमेकाशीं सांनिध्य कमी असतें. ह्यास उदाहरण. वायु फारच पातळ व हलका आहे, व त्यामुळें त्याच्या घटक परमाणूंत स्नेहाकर्षणही बहुतेक नाहीं म्हटलें तरी चालेल, इतकें थोडें आहे.

गो०—ह्यावरून मला वाटतें, कीं पदार्थांच्याठायीं स्नेहाकर्षण कमी किंवा ज्यास्त असल्यामुळें कांहीं पदार्थ मृदु व कांहीं पदार्थ कठीण, हा भेद झाला असावा. व प्रवाही पदार्थांत कांहीं पातळ व कांहीं घट्ट झाले आहेत, त्याचें ही कारण हेंच असावें.

कृ०—होय. (गुरूस म्हणतो) महाराज, कां असेंच कीं नाहीं?

गु०—बरोबर आहे; पण "कठीण" ह्या शब्दापेक्षां "घन" ह्या शब्दानें तुझ्यामनांतला विवक्षित अर्थ चांगला व्यक्त होईल. कारण "घन" हा शब्द पदार्थाच्या घटक परमाणूंचा निकट संयोग दाखवितो. तसेंच वर सांगितलेल्यापेक्षां विपरीत अर्थ दाखविणें झाल्यास, ह्मणजे पदार्थाचे घटक परमाणु एकमेकांपासून दूर आहेत, असें दाखविणे

झाल्यास “ विरल ” व “ वैरल्य ” ह्या शब्दांचा प्रयोग करितात. जसें पारा हा घन प्रवाही पदार्थ आहे, व इथर हा विरल प्रवाही पदार्थ आहे, असें ह्मणतात.

गो०—महाराज, आपण गुरुत्वाकर्षणाविषयीं बोलत होतां, तें तसेंच राहिलें. गुरुत्वाकर्षण व स्नेहाकर्षण हीं दोन एकच काय ?

गु०—वास्तविकपणें पाहतां तीं एकच आहेत. आणि गोपाळा, तूं जर मध्यें बोलला नसतास, तर कृष्णानें गुरुत्वाकर्षणाचेंही उपपादन केलें असतें. कृष्णा, चालूंदे. कसें बोलतोस तें पाहूं.

कृ०—पदार्थ जेव्हां फारच एकमेकाच्या संनिध असतात, इतके संनिध कीं ते एकमेकास लागलेले दिसतात; तेव्हां मात्र त्यांचें एकमेकावर स्नेहाकर्षण चालतें. पण गुरुत्वाकर्षणाची गोष्ट अशी नाहीं. पदार्थ एकमेकापासून कितीही दूर असोत, किंवा जवळ असोत, त्यांवर परस्पराचा गुरुत्वाकर्षण व्यापार चालतोच.

गो०—वाहवारे कृष्णा. काय ? मोठाले पदार्थ एकमेकाला ओढितात, असें तूं ह्मणतोस ?

गु०—होय तसेंच तो ह्मणतो. ह्या सृष्टींतला अत्यंत मोठा पदार्थ आपण उदाहरणार्थ घेऊं. आणि तो इतर पदार्थांस आपणाकडे ओढितो कीं काय ह्याचा विचार करूं. पहा, माझ्या हातांत हें बूक आहे. ह्याच्या खालचा हात काढून घेतल्यास हें खालीं कां बरें पडतें ?

गो०—काय पृथ्वी त्यास आपणाकडे ओढिते म्हणून तें पडतें असें आपण म्हणतां ? मलातर आजपर्यंत असें वाटत होतें, कीं आधार नसला म्हणजे खालीं पडावें हा पदार्थमात्राचा स्वाभावीक धर्म आहे.

गु०—तूं ह्मणतोस त्याप्रमाणें तो पदार्थमात्राचा स्वाभाविक धर्म खरा; परंतु तो धर्म पदार्थाच्या आंगीं येण्यास पृथ्वीचें आकर्षण हेंच केवळ कारण होय. पृथ्वी ही तिच्या पृष्ठभागावरल्या सर्व पदार्थांपेक्षां पराकाष्टेची मोठी असल्यामुळें ती सर्व निराधार पदार्थांस आपणाकडे ओढिते. जडद्रव्य अत्यंत लहान असो किंवा अत्यंत विशाळ असो, त्याच्या ठायीं

आकर्षणशक्ति सदा विद्यमान आहे, व पदार्थांचे ठायीं जी आकर्षणशक्ति असते ती त्याच्या आंगच्या प्रकृत्यंशाच्या मानानें कमीजास्त असते.

कृ०—प्रत्येक परमाणूचे ठायीं गुरुत्वाकर्षण असतें; व मोठाल्या पदार्थांत परमाणू पुष्कळ असतात, त्यामुळें मोठाल्या पदार्थांचे ठायीं एकंदर गुरुत्वाकर्षण शक्ति फार येते, असें मला वाटतें. असेंच नव्हे काय महाराज?

गु०—तूं म्हणतोस ती युक्ति खरी आहे; पण स्नेहाकर्षण व गुरुत्वाकर्षण ह्यांच्यामध्यें असा भेद आहे. कीं पदार्थांचे आंगीं जसजसा प्रकृत्यंश जास्ती असतो, त्या मानानें पहिलें दुसऱ्यापेक्षां बलवत्तर असतें, असें आहे म्हणूनच अप्रवाही पदार्थांचे घटक परमाणु एकमेकांस चिकटून राहतात; त्यांवर इतर पदार्थांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा जोर चालून ते विस्कळत नाहींत. पाणी वगैरे प्रवाही पदार्थांच्या घटक परमाणूंचा तादृश निकट संयोग नसल्यामुळें ते पदार्थ जमिनीवर वगैरे सारख्या पातळीनें पसरतात. ते तसे पसरण्यास पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षणच कारण होय.

कृ०—महाराज, गुरुत्वाकर्षण सर्व पदार्थांचे ठायीं जर आहे, तर तें परस्परांत असावें; आणि तसें असल्यास पृथ्वीवर धोंडा जेव्हां पडतो, तेव्हां पृथ्वी ही कांहींशी धोंड्यास भेटावयास उचलली पाहिजे.

गु०—तूं म्हणतोस, हें खरें आहे, पण पदार्थांच्या आंगीं जितका प्रकृत्यंश असतो, त्या मानानें त्याचेठायीं आकर्षणशक्ति असते, हा नियम लक्षांत आण; व पृथ्वी, धोंडा ह्यांच्या प्रकृत्यंशांच्यामध्यें केवढें अंतर आहे, ह्याकडे दृष्टी दे; म्हणजे दृष्टोत्पत्तींत येण्यासारखी पृथ्वी उचलत नाहीं, याचें आश्चर्य तुला अगदीं वाटणार नाहीं.

कृ०—पण पदार्थांचे आंगीं जितका प्रकृत्यंश असतो, त्या मानानें तो इतर पदार्थांचे आकर्षण करितो, असें जर आहे, तर डोंगर घरें व देवळें ह्यांस आपणांकडे कां ओढून घेत नाहींत?

गोपाळ०—वाहवा! कृष्णराव, काय कल्पनेचा तारा तुटला; जमीनींत इतकीं मजबूत बसवलेलीं घरें व देवळें कशीं रे ओढिलीं जातील?

गु०—कृष्णाची शंका केवळ वेडेपणाची नाहीं आणि, गोपाळा, तुझें उत्तर ही यथायोग्य आहे; पण घरें आणि देवळें इतकीं मजबूद जमीनींत कां बसलीं आहेत, हें तुला सांगवेल?

गो०—महाराज, माझें उत्तर यथायोग्य पडलें खरें; पण तें केवळ काकतालीयन्यायानें माझ्या तोंडावाटें सहज आलें; पण आकर्षण शक्ति नसेल तर गंवडी व सुतार ह्यांच्यानें इमारतीस मजबुती कशी आणवेल, अशी शंका माझ्या मनांत आतां येऊं लागली आहे.

गु०—चुना व विटा ह्यांच्यामध्यें स्नेहाकर्षण असल्यामुळें भिंतीस मजबुदी येते, व पृथ्वी त्यांस आपल्या आकर्षणानें बळकट धरिते; त्यामुळें डोंगराचें वगैरे आकर्षण त्यांवर चालत नाहीं. बलवत्तर आकर्षणापुढें दुर्बल आकर्षणाचें कांहीं चालत नाहीं असा नियम आहे; तो नसता तर घरें व देवळें डोंगरांनीं आपणाकडे ओढून घेतलीं असतीं; तथापि कांहीं स्थलीं लहान पदार्थांचे आकर्षण मोठ्याही पदार्थांच्या आकर्षणाचा पराभव करितें. ह्यास उदाहरण. डोंगराच्या उतरणीवर उभें राहून वोळंबा सोडला तर त्या वोळंब्याचें वजन लंबरेषेनें पृथ्वीकडे लोंबत नाहीं; तर डोंगराच्या बाजूकडे त्याचा किंचित् कल असतो.

कृ०—पण महाराज, पृथ्वीशीं ताडून पाहिलें असतां डोंगराचें महत्व अगदींच क्षुल्लक आहे?

गु०—खरें. पण कृष्णा, आकर्षण शक्ति अंतरानें कमी होतें; म्हणून तुला सांगितलें आहे, हें मनांत आण. वर सांगितलेल्या उदाहरणांत वोळंब्याचें वजन पृथ्वीच्या मध्यापेक्षां डोंगरांच्या बाजूला फारच जवळ आहे. तसेंच वजनाचा डोंगराकडे कल असतो खरा; पण तो इतका थोडा असतो, कीं यंत्राच्या साहय्यावांचून तो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहीं.

गो०—महाराज, तराजूचीं दोन पारडीं एकमेकांशीं समांतर लोंबतात काय?

गु०—मला वाटतें तुझा प्रश्न असा, कीं पृथ्वीवर लंब होणाऱ्या

दोन रेषा एकमेकींशीं समांतर आहेत, कीं नाहीं? तुझ्या ह्या प्रश्नाचा अभिप्राय मला समजला; पण गोपाळ, माझी इच्छा अशी आहे, कीं ह्या प्रश्नाचें उत्तर माझ्या मदती खेरीज तुझें तूंच द्यावें.

गो०—मला असें वाटतें, कीं तसल्या रेषांचा कल एका बिंदूकडे असावा. तो बिंदु पृथ्वीचा मध्य होय. आतां ज्या रेषांचा कल एका बिंदूकडे असतो, ह्मणजे ज्या वाढविल्या असतां एकत्र मिळतात, त्या रेषा परस्परांशीं समांतर कदापि असावयाच्या नाहींत. कारण ज्या रेषा परस्परांशीं समांतर असतात त्यांच्या मधलें अंतर सर्वकाळ सारखें असतें, व कितीही वाढविल्या तरी त्या एकमेकांशीं कदापि मिळत नाहींत.

गु०—भले शाबास. चांगलें उपपादन केलें. गोलावर लंब पडणाऱ्या रेषा कधींही परस्परांशीं समांतर असत नाहींत, कारण, वाढविल्या असतां त्या सर्व त्या गोलाच्या मध्य बिंदूशीं एकत्र मिळतात. (साहवी आकृति पहावी.)

कृ०—पण महाराज, तराजूचीं पारडीं एकमेकांशीं समांतर दिसतात?

गु०—त्याचें कारण असें, कीं भूगोल फारच विशाल पडला. त्यामुळें तराजूचीं पारडीं परस्पराकडे इतकीं थोडीं कलतात, कीं तो कल इंद्रियांस गोचर होत नाहीं.

गो०—महाराज इतक्यांत मला कितीएक पदार्थ आठवले आहेत. ते पदार्थ जड द्रव्यरूप असूनही ते निराधार असतां पृथ्वीवर पडत नाहींत, पहा, धूर, वाफ हे पदार्थ खालीं पडत नाहींत, इतकेंच नाहीं; तर ते उलटे वर चढतात.

गु०—ते वर चढतात, त्याचें कारणही गुरुत्वाकर्षणच होय; निदान इतकें तरी खरें आहे, कीं गुरूत्वाकर्षण शक्ति नाहींशी झाल्यास धूर वगैरे पदार्थ वर कदापि चढणार नाहींत.

गो०—आकर्षण शक्तीपासून अशीं परस्पर विरुद्ध कार्ये होत असलीं तर इसापनीतींतील वनदेवास वाटसराच्या प्रमाणें मला तिचा लौकरच तिटकारा येईल.

गु०—तिच्या कार्यांतला हा दृश्यमान विरोध वारणें कठीण नाहीं. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ जो वायूचा थर आहे, तो धूर, वाफ, वगैरेपेक्षां जड आहे त्यामुळें तो थर ह्या हलक्या पदार्थांस आधार होतो इतकेंच नाहीं; तर तो ह्यांस वर वर लोटतो. शेवटीं त्या पदार्थांच्या इतकेंच ज्याचें वजन आहे, अशा वायूच्या थरापर्यंत ते चढले, ह्मणजे तेथें ते स्थिर होऊन राहतांत, मग आणखी वर चढत नाहींत. पहा, हा पेला पाण्यानें अर्धा भरला आहे. ह्यांत हा बूच टाकला असतां तरतो कां ?

गो०—बुचापेक्षां पाणी जड असल्यामुळें तें त्यास वर झेलून धरितें.

गु०—बरें. ह्या पेल्यांत मीं आणखी पाणी ओतिलें असतां बूच वरवर कां येतो ?

गो०—पाणी विशेष जड पडल्यामुळें तें त्याच्या खालीं जाऊन त्यास वर लोटितें; ह्मणून तो वर येतो.

गु०—तसेंच धूर व वाफ ह्यांस वायू लोटितो; परंतु बूच जसा पाण्याच्या पृष्ठभागीं चढतो, तसें धूर वगैरे पदार्थ वातावरणाच्या शिखरास जाऊन पोंहचत नाहींत. कारण वातावरणांतला वायु वर पातळ पातळ आणि हलका हलका होत गेला आहे, हें वरच मीं सांगितलें आहे; त्यामुळें ते जितके विरल असतात, तितका विरल वायूचा थर त्यास लागला ह्मणजे तेथें धूर वगैरे पदार्थ थांबतात. खरोखरीं पाहिल्यास धूर फार उंच जात नाहीं. धूर म्हटला ह्मणजे दाह्य पदार्थाचे अत्यंत सूक्ष्म कण एकत्र मिळून झाला असतो. ते कण खालीं पेटलेल्या विस्तवाच्या धगीनें उष्ण व पातळ होऊन वर जाणाऱ्या वायूच्या झोताबरोबर वर जातात मग वर थंड वायूशीं संयोग पावून तो उष्ण वायू थंड झाला म्हणजे ते सूक्ष्म कण खालीं पडतात, आणि त्यांपासून घेरोसा होतो.

कृ०—महाराज, स्नेहाकर्षण व गुरुत्वाकर्षण ह्यांखेरीज आणखी कांहीं प्रकारचें आकर्षण पदार्थांचे ठायीं आहे ?

गु०—होय, आहे. ह्या सृष्टींत जे जे पदार्थ आहेत ते सर्व कांहीं मूलतत्त्वांच्या संयोगानें झालें आहेत, हें तुला ठाऊक असेलच.

गो०—होय. मला ठाऊक आहे, कीं सर्व पदार्थ पृथ्वी, जल, अग्नि, व वायु ह्या चार मूलतत्वांपासून झाले आहेत. ही गोष्ट मला बहुत वर्षांपासून माहीत आहे.

गु०—पण ती गोष्ट आतां तुला विसरली पाहिजे. पृथ्वी, जल, अग्नि व वायु ह्यांपैकीं एकासही मूलतत्व म्हणतां येत नाहीं. कांकीं ज्या पदार्थाचें पृथक्करण होत नाहीं, ह्मणजे जो पदार्थ अनेक भिन्न भिन्न तत्वें संयुक्त होऊन झाला नसतो, त्यास मूलतत्व म्हणतात. पृथ्वी, जल, अग्नि व वायु ह्या प्रत्येकाचें पृथक्करण होतें, ह्यास्तव त्या कोणासही मूलतत्व म्हणतां येत नाहीं.

कृ०—मी असें समजत आलों आहें, कीं पदार्थाचें पृथक्करण म्हणजे, त्याचे कापून, फोडून वगैरे तुकडे करणें होय; आणि तो अर्थ खरा आहे, तर इतर पदार्थांप्रमाणें मूलतत्वरूप पदार्थाचें पृथक्करण होत असल्यास काय चिंता आहे, हें मला कळत नाहीं.

गु०—तुला पृथक्करण शब्दाचा अर्थ बरोबर समजला नाहीं. पृथक्करण ही क्रिया विभागक्रियेपेक्षां अगदीं निराळी आहे. पदार्थाचे केवळ तुकडे करणें ह्यास विभागक्रिया म्हणतात, व पदार्थ ज्या निरनिराळ्या द्रव्यांचा झाला असतो, तीं द्रव्यें निरनिराळीं करणें, त्यास पृथक्करण म्हणतात. उदाहरण. आपण बुंदीचा लाडू घेऊन त्याचे कितीएक तुकडे केले, तर तो त्याचा विभाग झाला; पण त्यांतील पीठ, साखर, तूप वगैरे निरनिराळीं केलीं, तर तें त्याचें पृथक्करण झालें. तर ह्या दोन क्रिया फार भिन्न आहेत.

कृ०—आतां, महाराज मला आपला अभिप्राय स्पष्ट समजला.

गो०—पण पीठ, साखर, तूप, हीं कांहीं मूलतत्वें नाहींत. कांकीं मूलतत्वाचें आपण जें वर लक्षण सांगितलें, तें त्यांपैकीं एकावरही बसत नाहीं.

गु०—तूं म्हणतोस, तें खरें, पण तुमची समजूत व्हावी ह्मणून लाडूचा केवळ दृष्टांत घेतला; तें पृथक्करणाचें वास्तविक स्थल ह्मणून सांगितलें नाहीं. असो, ज्या कितीएक मूलतत्वांचा संयोग होऊन पदार्थ झाला असतो, त्या तत्वांस त्या पदार्थाचे संधायक अवयव अशी संज्ञा आहे, म्हणून पदार्थाचें पृथक्करण करणें, म्हणजे त्याचे संधायक अवयव वेगळाले करणें असा अर्थ होतो. आतां अन्यपक्षीं एकादा पदार्थ तोडून किंवा फोडून त्याचे कितीही वारीक तुकडे केले किंवा कुटून त्याचें पीठ केलें, तरी त्या पिठाच्या प्रत्येक कणांत कणांत संधायक अवयव सर्व राहतीलच. पदार्थ तोडून मोडून जे तुकडे होतात, त्या तुकड्यांस किंवा भागांस घटकावयव म्हणतात. मी म्हणतों हा भेद तुम्हांस चांगला समजला?

कृ०—होय. मला स्पष्ट समजलासा वाटतो. पदार्थाचें पृथक्करण केल्यास त्याचे संधायक अवयव वेगळाले होतात, व त्याचा विभाग केल्यास त्याचे घटकावयव निरनिराळे होतात. असाच आपला अभिप्राय कीं नाहीं?

गु०—होय. बरोबर समजलास. पहा, आतां एकादा पदार्थ एकाच प्रकारच्या मूलतत्वाचा झाला असेल; जसें केवळ सोन्याचा किंवा रुप्याचा तुकडा; तर त्या पदार्थाचा विभाग करतां येईल; परंतु त्याचें पृथक्करण करतां यावयाचें नाहीं. आणि ज्यांचें पृथक्करण करतां येत नाहीं, त्या पदार्थांस मूलतत्वें म्हणतता. कारण ते इतर पदार्थांचें मूल ह्मणजे कारण आहेत. अनेक मूलतत्वें एकत्र होऊन जे पदार्थ होतात, त्यांस मिश्र पदार्थ म्हणतात. निरानिराळ्या गुणांचीं जीं तत्वें किंवा पदार्थ ह्यांचें परस्परांविषयीं जें आकर्षण असतें, त्यास रसायनाकर्षण असें पारिभाषिक नांव दिलें आहे. ह्या आकर्षणाच्या योगानें पदार्थांचें एकीकरण ह्मणजे संयोग आणि पृथक्करण हीं घडतात.

कृ०—रसायनाकर्षण व स्नेहाकर्षण ह्या दोहोंच्यामध्यें भेद कोणता?

गु०—सजातीय जे परमाणु ह्मणजे ज्या परमाणूंचे गुण अगदीं एकसारखे, त्यांचा जो एकमेकाकडे ओढा, त्यास स्नेहाकर्षण म्हणावें; मग ते

परमाणू शुद्ध द्रव्याचे असोत किंवा मिश्र द्रव्याचे असोत. सोन्याचा तुकडा हें शुद्ध द्रव्य आहे व लांकडाचा तुकडा हें मिश्र द्रव्य आहे; आणि ह्या दोहोंचेही घटकावयव स्नेहाकर्षणानें एकत्र चिकटून ते पदार्थ झाले आहेत. आतां विजातीय जे परमाणु म्हणजे ज्यांचे गुण निरनिराळे असे जे परमाणु, त्यांचा जो एकमेकाकडे ओढा, त्यास रसायनाकर्षण म्हणतात. लांकडाच्या तुकड्याचे अवयव ज्या निरनिराळ्या द्रव्यांचे परमाणू एकत्र जमून झाले आहेत, त्या परमाणूंचा संयोग रसायनाकर्षणानें झाला आहे. ह्याखेरीज हा एक दुसरा विशेष मनांत आण, कीं स्नेहाकर्षणानें सजातीय परमाणूंचा संयोग झाला असतां, त्यांचे मूळचे गुण बदलत नाहींत, व ते एकत्र होऊन जो पदार्थ बनतो, त्या पदार्थाचे व घटक परमाणूंचे गुण एकच असतात; परंतु रसायनाकर्षणाची गोष्ट अशी नाहीं. रसायनाकर्षणानें विजातीय परमाणूंचा संयोग झाला असतां जो नवा पदार्थ निपजतो, त्याच्या आंगीं संधायक परमाणूंच्यापेक्षां निराळेच गुण उत्पन्न होतात. ह्यास उदाहरण; कांचेच्या ह्या पेल्यांत पैसा आहे,त्यावर मीं ह्या कुपींतला हा अर्क (नैत्रिक आसीड) ओतितो. तांबें व हा अर्क ह्यांच्यामध्यें फार रसायनाकर्षण आहे, त्यामुळें तांब्याचा प्रत्येक परमाणु ह्या अर्काच्या एकेका परमाणूशीं जुळेल, व त्यांच्या संयोगापासून जो नवीन मिश्र पदार्थ उत्पन्न होईल तो, तांबें व अर्क ह्या दोन्हींपेक्षां अगदीं निराळा होईल. पहा इतक्यांत त्या अर्कास कसा बारीक कढ येऊं लागला तो; तांब्याचे परमाणू व अर्काचे परमाणू ह्यांचा रसायनरीत्या संयोग होऊं लागल्यामुळें तो कढ दिसूं लागला आहे. तांब्याचे घटक परमाणू एकमेकांस स्नेहाकर्षणानें घट्ट चिकटून बसले आहेत, त्या स्नेहाकर्षणाचा जोर अर्कास मोडून टाकिला पाहिजे; तसेंच ह्यास्थलीं त्यास दुसऱ्या आणखी एका शक्तीचा पराभव केला पाहिजे; ती शक्ति पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षण होय. पैसा गुरुत्वाकर्षणानें टेंकल्यामुळें अर्काचा व्यापार त्यावर निष्प्रतिबंधपणें चालत नाहीं. पैसा जर अर्कांत टांगलेला असता तर तो विशेष लौकर विरता.

कृ०—असें आहे, तरी अर्क दोन्ही अडथळ्यांचें सहज निवारण करून तांब्यास कसा भराभर विरवीत चालला आहे, तो पहा.

गु०—इतक्यांतच पहा, त्यांच्या संयोगांनीं उत्पन्न झालेला तो मिश्र पदार्थ तांबें व अर्क ह्या प्रत्येकापेक्षां कसा अगदीं निराळा आहे, तो. अर्कास मुळींच रंग नव्हता, ह्याला रंग आहे. तसेंच तांबें कठीण, जड व तांबुस होतें. ह्याच्या आंगीं त्यांतला एकही गुण नाहीं. तसेंच तूं हा नवीन पदार्थ चाखून पाहिला, तर तो अर्कासारखा आंबट लागणार नाहीं. हा सध्यां निळ्या पाण्यासारखा दिसत आहे खरा; पण सगळें तांबें विरलें व अर्कांत जें पाणीं आहे, तें आटून गेलें, ह्मणजे ह्या पदार्थाच्या नियमित आकाराच्या निळ्या, पारदर्शक, सुंदर कांड्या बनतील. मीं ह्या पदार्थाच्या कांहीं कांड्या तयार करून ठेविल्या आहेत, त्या तुम्हांस दाखवितों. पहा ह्या कशा दिसतात त्या.

गो०—आहाहा. काय सुंदर रंग! ह्या कांड्यांचा आकार व पारदर्शकपणा हीं तरी किती नामी आहेत, रसायनाकर्षणाच्या ह्या कार्याप्रमाणें चमत्कारिक, मला वाटतें, दुसरें कोणतेंही नसेल.

कृ०—महाराज, मघांशीं आपण ह्मणालां, कीं, पदार्थांचें पृथक्करण रसायनाकर्षणाच्या योगानें होतें; पण तें कसें होत असेल, तें मला कळत नाहीं. रसायनाकर्षणशक्तीनें पदार्थ पदार्थांचा संयोग होतो, हें अगदीं उघड आहे. पण त्याच शक्तीनें पृथक्करणाही होतें, ही गोष्ट मात्र अगदीं विपरीत दिसते. एकाच कारणापासून परस्पर विरुद्ध हीं कार्यें व्हावीं कशीं हें मनांत सुद्धां येत नाहीं.

गु०—एक मिश्र पदार्थ दोन संधायक द्रव्यांच्या संयोगानें झालेला उदाहरणार्थ घेऊन त्या दोन द्रव्यां पैकीं एकाचें नांव अ व एकाचें नांव ब असें कल्पूं. आतां आणखी मनांत असें आण, कीं अ आणि ब ह्यांच्यामध्यें जितकें रसायनाकर्षण आहे, त्यापेक्षां ब आणि तिसरा एक क पदार्थ ह्यांच्यामध्यें विशेष रसायनाकर्षण आहे. आतां क पदार्थ जवळ आला असतां, त्याकडे अच्यापेक्षां विशेष ओढा असल्यामुळें ब

अला सोडून त्यांशीं (कशीं) संयोग पावेल; आणि असें झालें म्हणजे अ एकटा मोकळा पडेल; हें स्पष्ट आहे. तर ह्या उदाहरणांत अ आणि ब ह्यांचें पृथक्करण होण्यास ब आणि क ह्यांच्या मधलें रसायनाकर्षण कारण झालें, कीं नाहीं?

क्ृ०—ह्या स्थळीं मित्रांचा दाखला घेतला तर साजेल. जसे दोन मित्र मोठ्या जुटीनें एकत्र रहात असावे, व पुढें कोणी एकादा तिसरा मनुष्य येऊन त्याचा ओढा दोहोंपैकीं एकास विशेष पडावा, व त्यानें आपल्या जुन्या मित्रास सोडून त्या नव्या मनुष्याची सोबत धरावी तसें हें झालें.

गु०—समजुती करितां तो दृष्टांत घेतला तरी चालेल. बरें आतां तांबें व नैत्रिक आसिद ह्या दोहोंच्या संयोगानें जो हा आपण मिश्र पदार्थ तयार केला आहे; त्याचें पृथक्करण करावें असें आपल्या मनांत आल्यास तें कसें करावें तें सांगतों. तें करण्याचा एक मार्ग असा आहे कीं त्यांत लोखंड घालावें. कारण नैत्रिक आसिदाचा ओढा तांब्याच्यापेक्षां लोखंडाकडे फार आहे; त्यामुळें तें तांब्यास सोडून लोखंडाशीं तात्काळ संयुक्त होईल, व तांबें वेगळें होऊन तें पुन्हां आपल्या मूळच्या रूपानें दिसूं लागेल; तर तसें करण्याकरितां हें सुरीचें पान ह्या निळ्या पाण्यांत घालतो. आतां हें पान निळा रंग लागून ओलें व्हावें तें तसें न होतां, हें पहा, वर तांब्याचा पातळ थर बसून कसें तांबूस झालें आहे तें.

गो०—होय. झालें आहे खरें; पण महाराज, लोखंडानें आसिदास ओढून घ्यावयाचें तें न घेतां तांब्यास ओढून घेतलें असें नाहीं का ह्या ठिकाणीं झालें?

गु०—तसें नाहीं झालें, गोपाळा, मला समजलें; तूं रंग पाहून फसलास. लोखंडानें आसिदास ओढून घेतलें, आणि आसिदाचा रसायनरीला लोखंडाशीं संयोग होऊन त्यांचा एक जीव झाला; त्यामुळें, तांबें पानाच्या पृष्ट भागावर वेगळें पडलें.

गो०—महाराज, पदार्थापदार्थांत हें रसायनाकर्षण आलें आहे, त्या-

र्वे मूळ काय ? हें आकर्षण, सजातीय पदार्थांच्या मधलें जें स्नेहाकर्षण, त्याहीपेक्षां मला फार विलक्षण वाटतें.

गु०—रसायनाकर्षणाचें मूळ काय हें अद्यापि चांगलें समजलें नाहीं. स्नेहाकर्षण व गुरुत्वाकर्षण ह्यांप्रमाणें हाही जड द्रव्याच्या आंगचा एक स्वाभाविक स्वतंत्र धर्म कदाचित् असेल; हा त्यास ईश्वराच्या साक्षात् इच्छेनें प्राप्त झाला असावा; ह्याखेरीज दुसरें कारण आज सांगतां येत नाहीं.

प्राण्यांच्या आंगापासून झालेलीं वस्त्रद्रव्यें लव, लोकर, रेशीम आणि कातडें ह्यांविषयीं.

जनावरांच्या आंगावर जें आच्छादन असतें त्यांत दोन पदार्थ पृथक असतात. एक कातडें, व दुसरा त्यावर असणारे केंस. हे दोन्ही पदार्थ वस्त्रें करण्यास वेगळाले उपयोगीं पडतात; ह्मणून वस्त्रोत्पादक दोन द्रव्यें असें मानून त्यांचें वेगळें वेगळें वर्णन केलें पाहिजे. सर्व चतुष्पद जनावरांचे केंस सारखे वारीक नसतात. कांहींचे फारच वारीक, कांहींचे मध्यम कांहींचे जाडे, असें त्यांत अनेक प्रकार असतात. ससे पाणमांजरें, इत्यादि लहान लहान जीं जनावरें असतात, त्यांच्या आंगावरचे केंस मुख्यत्वेंकरून, मऊ, दाट, व तुळतुळीत असे असतात; व असल्या मऊ वगैरे केंसांसच लव हा शब्द ह्या स्थळीं लाविला आहे. ईश्वराच्या घरचा हा एक मोठा चमत्कार आहे, कीं ज्या देशांत ह्या लवेची पराकाष्टेची गरज, तसल्या देशांत, ह्मणजे अत्यंत थंड देशांत, ती चांगली होते. उत्तर ध्रुववृत्ताच्या लगतीला जे देश आहेत तेथल्या प्राण्यांची लव फारच चांगली असते; व त्या भयाण देशांत मनुष्याच्या उपयोगी पडण्याजोगा पदार्थ म्हटला म्हणजे ही लव मात्र होते; दुसरें कांहीं होत नाहीं. तेथील लोकांची लव ही काय ती संपत्ति. ती देऊन ते निर्वाहाचे पदार्थ परमुलुखाच्या व्यापाऱ्यांपासून विकत घेतात. कातडी वर लव असतांनाच कधीं कधीं कामास लावितात, व कधीं कधीं ती कात-

ढ्यावरून काढून कामास लावितात. लवच नुसती कामास लावावयाची असली ह्मणजे बहुतकरून तिचा पहिल्यानें बुरणूस करितात. केंसांवर खवले असतात व त्याची मांडण अशी असते, कीं त्यांवर त्यांच्या मुळां-कडून शेंड्याकडे हात फिरविला असतां, ते साफ लागतात, व हात उलटा फिरविला असतां, ते खरखरीत लागतात; असे त्यांवर खवले असल्यामुळें केंस एकत्र ठोकिले असतां, किंवा दाविले असतां एकमे-कांत गुंतून त्यांची पोळी होते. आतां लवेची ही पोळी बुरुणुसापेक्षां फारच पातळ असते, तथापि दोन्ही पदार्थांचें वास्तविक स्वरूप एक असल्यामुळें त्या पोळीस बुरुणूस असें नांव दिलें आहे. साहेब लोकांच्या टोप्यांवर जी लव बसविली असते, तिचा पहिल्यानें बुरणूस करितात, व ती लव बहुतकरून पाणमांजरें, ससे वगैरे जनावरांची असते.

लोंकर व साधारण केंस, ह्यांच्यामध्यें भेद असा आहे, कीं लोंकर केंसांपेक्षां नरम व लवचीक असते, व गुंडाळण्याकडे तिचें प्राबल्य विशेष असते. हे गुण येण्याचें कारण तिच्या आंगचा तेलकटपणा होय. तो तेलकटपणा तींतून काढण्यास फार श्रम पडतात. मेंढराच्या आं-गांवरून लोंकर काढिली ह्मणजे ती पहिल्यानें निवडून तिच्या निरनिरा-ळ्या प्रती लावितात. कारण एका जनावरावरील सारी लोंकर एक सारखीच असत नाहीं. नंतर ती धुऊन तिच्या आंगचा मळ व तेलकट-पणा काढून ती चांगली स्वच्छ करितात. ती स्वच्छ झाली ह्मणजे पिं-जाऱ्याकडे जाते. त्या पिंजाऱ्यापाशीं मोठाल्या फण्यांचें यंत्र असतें; त्या-च्या योगानें तो ती विंचरितो; म्हणजे तींतले तंतु सरळ व साफ होता-त, व तींतला सर्व केर निघून जातो; आणि ती सूत काढण्याजोगी होते. मग सूत काढणारा तिचें सूत काढितो. त्या सुताचें जें जें सनंग तयार करावयाचें असेल, त्याप्रमाणें त्यास कमीजास्त पीळ घालितात.

लोंकरीचीं अनेक प्रकारचीं सणगें होतात; त्यांपैकीं कांहीं नुसत्या लोंकरीचींच असतात, व कांहींत दुसऱ्या सुताची भेसळ असते. ह्या प्रकारांपैकीं पुष्कळ प्रकार **ग्रेतब्रितनांत** होतात, व तेथचीं सणगें बहुत-करून इतर देशांतल्यापेक्षां सरस असतात. **ग्रेतब्रितनांत** जी सखलाद

होते तीपेक्षां दिसण्यांत व उपयोगाला विशेष चांगलें सणंग होईल असें मनांत सुद्धां आणावयाचें कठीण पडतें. ह्या कापडावर जें फूल असतें, त्याच्या योगानें त्यांतले धागे असे झांकलेले असतात व तें असें मऊ व तुळतुळीत असतें कीं तो पदार्थ जसा काय देवानेंच केल्यासारखा दिसतो मनुष्याचे कर्तानें झाल्यासारखा दिसत नाहीं. प्राण्यांपासून झालेल्या लोंकर वगैरे पदार्थांस जसा रंग बसतो, तसा कापूस, ताग वगैरे वनस्पतीच्या पदार्थांस बसत नाहीं; ह्याकरितां लोंकरीच्या सणंगांस, जो पाहिजे तो रंग देतात व त्यांत ज्या रंगाची जी पाहिजे, ती छाया उठते. पण तीं रंगाऱ्याकडे देण्याच्या पूर्वी तीं घोंगडी सारखी मळून त्यांच्या आंगचा सर्व ओशटपणा व मळ हीं काढून टाकावी लागतात. तीं मळण्याची रीत अशी आहे, कीं कांहीं एका प्रकारची माती आहे, ती पाण्यांत कालवून, त्या पाण्यांत तीं टाकून, त्यांस लांकडाच्या मोगऱ्यांनीं खूप बडवितात ह्या मातीच्या आंगीं ओशटपणा ओढून घेण्याचा गुण आहे, तेणेंकरून तो तिशीं मिळतो; आणि बडवणें चाललें असतां नव्या पाण्याची धार त्या वस्त्रांवरून एक सारखी चालली असते, त्यामुळें तो सगळा ओशटपणा निघून जातो. ह्या अशा धुण्यानें आणखी विशेष कार्य हें घडतें, कीं वस्त्राचे धागे एकमेकांशीं जमून तें पहिल्यापेक्षां विशेष भरतें. मनुष्यास अनेकप्रकारचीं वस्त्रें लागतात, त्यांपैकीं त्यास कौशल्याच्या योगानें एकट्या लोंकरीपासून जितकीं करितां आलीं आहेत, तितकीं सृष्टींतले इतर सर्व पदार्थ एकवट धरून त्यांपासूनसुद्धांकरितां यावयाचीं नाहींत असा लोंकरीचा थोरपणा आहे. थंड देशांत घोंगड्यांनीं जसें सुख होतें तसें दुसऱ्या कोणत्या वस्त्रानें व्हावयाचें आहे? घोंगडया, फलाणी, सखलाद इत्यादि लोंकरीचीं वस्त्रें उबदार असून हलकीं असतात. त्यांचेठायीं लांब अखूड होण्याचा गुण इतका नामी असतो, कीं त्यांचे कपडे आंगास हवेतसें तंग बसून हात पाय वगैरे हालण्यास काडी मात्र सुद्धां प्रतिबंध होत नाहीं. पिळाच्या सुताच्या पायमोज्यांत वर सांगितलेला गुण फारच चांगला दृष्टीस पडतो. लोंकरीचें वस्त्र पराकाष्ठेचें पातळ असलें तरी त्यास ऊब असते. ह्यास उदाहरण. विलायती शाल हेंस.

खऱ्या शाली म्हटल्या म्हणजे त्या तिबेट देशांत व काश्मीर देशांत होतात; परंतु विलायतेंतही कितीएक ठिकाणीं त्यांचें चांगलें अनुकरण करितात. लोंकरीचें आणखी एक सणंग होतें तें फार जाड असतें. पण त्याचाही उपयोग ऐषआरामीकडेच होतो ती सणगें गालिचे होत.

किड्यानें आपल्या आंगांतून काढिलेल्या सुताचें वस्त्र करण्याची कल्पना मनुष्यांच्या मनांत लवकर आली नसेल. सृष्टींतील पुष्कळ गोष्टी पूर्वी त्यांच्या पाहण्यांत आल्यावर, पुढें त्यांचें लक्ष या सुताकडे गेलें असेल. चिन देशांतल्या लोकांस रेशमाचीं वस्त्रें करण्याची कल्पना प्रथम सुचली असावी, असें दिसतें. रेशीम किड्याच्या आंगांतून निघतें, हें बहुतेकांस ठाऊक आहे; ह्या किड्याची आणि पावसाळ्यांत घुलीं उत्पन्न होतात, त्यांची जात एकच आहे. हे दोन्ही प्राणी आंड्यांतून उत्पन्न होतात, व दोहोंचा आकार सारखाच असतो. ह्या दोघांसही पुढें कांहीं दिवस कोशावस्था प्राप्त होऊन, नंतर त्या दोघांस पतंगाचें रूप प्राप्त होतें. रेशमी किडा घुल्याच्या अवस्थेंत असतां, पराकाष्टेचा खादाड असतो. त्याचें आवडतें व त्याच्या प्रकृतीस मानवणारें भक्ष्य तुतीचा पाला होय. हें भक्ष्य खाल्ल्यानें त्याचें पोषण होतें, इतकेंच नाहीं; तर त्याच्या पोटांत कांहीं आशय असतात त्यांत पारदर्शक व चिकट असा कांहीं एक पदार्थ उत्पन्न होतो. त्या पदार्थाचा गुण असा आहे, कीं त्यास बाहेरचा वारा लागल्याबरोबर तो कठीण होतो. हा किडा पोसून चांगला मोठा झाला म्हणजे, पुढें त्यास जी कोशावस्था प्राप्त व्हावयाची असते, व ज्या अवस्थेंत तो पंगु होऊन, त्यास हलवत चालवत नाहीं, तशा त्या अवस्थेंत आपणास गुप्त राहतां यावें, व उपद्रव लागू नये म्हणून तो आपल्या आंगांतल्या चिकट पदार्थाचें सूत काढून, तें आपल्या आंगाभोंवतीं गुंडाळून लहान पिंडयासारखें घर करूं लागतो.

रेशमी किड्याचे घराचा आकार अंड्यासारखा वाटोळा व लांबोडा असतो. त्याचा रंग सामान्यतः पिंवळा असतो; परंतु सर्वांचा पिंवळे-

पणा सारखा असत नाहीं. कांहीं फार पिवळीं असतात, व कांहीं फिक्या रंगाचीं असतात. ह्या घरास कोळिसरा म्हणतात. एका कोळिसऱ्यांत एकच धागा असतो, व तो गुंडाळून गुंडाळून, तें घर इतकें पराकाष्ठेचें घट्ट झालें असतें; कीं त्यांत कांहीं शिरावयाचें नाहीं. हा धागा फारच बारीक असतो, व तो उकलला असतां पांचशांपासून सात साडेसातशें हात लांब भरतो, आणि एवढ्या लांब धाग्याचा सारा पिंडा खबुतराच्या अंड्या एवढा केला असतो. रेशमीं किडे मोकळे असले म्हणजे तें तुतीच्या झाडांवरच आपलीं घरें करितात, आणि तीं घरें त्या झाडाच्या पानांत सोनेरी फळांसारखीं चमकत लटकतात. **चीन** देशाच्या दाक्षिण प्रांतांत व **एशिया** खंडांतील इतर कितीएक उष्ण देशांत रेशमी किडयांस स्वतंत्रपणें घरें लावूं देतात; आणि त्यांनीं तीं लाविलीं म्हणजे तींच काढून आणितात म्हणजे झालें; परंतु **युरोप** खंडांतली हवा **एशिया** खंडांतल्यापेक्षां थंड आहे; ह्यामुळें त्या खंडांतले अत्यंत उष्ण म्हणून जे **इताली** वगैरे देश आहेत; त्या देशांत देखील ज्या दिवसांत हे किडे आडयांतून बाहेर येतात, त्या दिवसांत म्हणजे वसंत ऋतूंत इतकी थंडी असते कीं, ते उघडया जाग्यावर वांचत नाहींत, थंडीनें मरतात. ह्यास्तव त्या खंडांत ह्या किडयांकरितां मुद्दाम वेगळीं घरें बांधिलेलीं असतात. तीं घरें उबदार असून हवाशीर असतात. त्या घरांत हे किडे बाळगून ते पोसत तोंपर्यंत त्यांस तुतीचा पाला मोताद्दीनें खावयास घालितात. ह्या किडयांचीं आंडीं वसंत ऋतूंत फुटतात, व तुतीच्या झाडांस फार मागून पालवी येते; ह्याकारितां **इंग्लंद** वगैरे थंड देशांत हे किडे बाळगून फायदा होत नाहीं. हे किडे वाढत असतां कितीएक वेळ त्यांची पाहिली त्वचा पडून त्यांस नवी त्वचा येते, व ह्या व्यापार घडतांना कितीएक किडे मरतात. ते चांगले पोसले म्हणजे रेशमाचें द्रव्य त्यांज्या आंगांत इतकें जमतें, कीं त्याच्या योगानें त्यांच्या आंगावर पिवळ्या रंगाची झांक मारूं लागते, व ते कांहीं खाईनातसे होतात. असें झालें म्हणजे लहान लहान ताट्यांवर त्यांस ठेऊन त्यां पुढें तुतीच्या बारीक बारीक फांद्या टाकितात; म्हणजे ते लवकरच आ-

पले कोळिसेरे करावयास लागतात. कोळिसेरे करावयाचे संपले म्हणजे नवे किडे होण्याकरितां कांहीं कोळिसेरे राखून ठेवून बाकींचे तापवितात, म्हणजे आंतले किडे कोशावस्थेंतच मरण पावतात. आतां राखिलेले जे कोळिसेरे असतात, त्यांस कांहीं वेळ झाला, म्हणजे त्यांत पतंग उत्पन्न होतात, आणि ते कोळिसऱ्यांस भोंकें पाडून बाहेर पडतात.

पुढलें काम रेशीम उकलण्याचें. कोळिसऱ्याच्या बाहेरच्या बाजूस रुईच्या कापसासारिखा मउ पदार्थ लपेटलेला असतो, तो काढून घेतल्यानंतर ते कोळिसरे ऊन पाण्यांत टाकितात, व त्यांचीं शेवटें शोधून काढून तीं कितीएक एके ठिकाणीं जुळतात, आणि तीं एका चाकावर गुंडाळतात. रेशीम अशा अवस्थेंत असलें म्हणजे त्यास कच्चे रेशीम म्हणतात. नंतर कांहीं संस्कार करून तें स्वच्छ व नरम केल्यावर त्यास पीळ भरितात. ह्या पीळ भरलेल्या रेशमास कंकरींचें रेशीम म्हणतात. ह्याचीं जीं सणगें करावयाचीं असतात, त्याप्रमाणें त्याचा धागा कमी जास्त तलम असतो. रेशमास पीळ घालण्याची विलायतेंत मोठीं मोठीं यंत्रें असतात; त्या यंत्रांच्यायोगानें एकदम शेंकडों चात्या फिरत असतात. विलायतेंत असल्या प्रकारचें अत्यंत मोठें यंत्र दर्बी नामक गांवीं आहे. ह्या यंत्राचा नमूना कोणीएका इंग्रजानें मुळीं इताली देशांतून चोरून आणला. इताली देशांत रेशिमाचे सर्व प्रकारचे कारखाने बहुत वर्षांपासून पूर्णावस्थेस आलेले आहेत.

कापड करण्यास रेशीम हें फारच चांगलें द्रव्य आहे, व हा चांगलेंपणा त्यास पुष्कळ गुणांनीं आला आहे. ते गुण हे कीं, तें फार बळकट, हलकें, व तकतकीत असें असून त्यावर रंग फार चांगला बसतो. युरोपांत हा जिन्नस जेव्हां चांगला ठाऊक नव्हता तेव्हां त्याच्या दुर्मिळपणामुळें त्यास फार किंमत पडत असे; परंतु हल्लीं त्यास जी मोठी किंमत देतात, ती त्याची शोभा व त्याचे

आंगचे उत्तम गुण ह्यांवरून देतात. हा जिन्नस हवा तितका म्हणून कधीं उत्पन्न व्हावयाचा नाहीं. रेशिमाचीं पुष्कळ प्रकारचीं सणगें होतात. तीं बहुतएक सर्व शोभेच्या व ऐषआरामाच्या कामांकडे लागतात. हीं सणगें निरनिराळ्या जातींचीं असतात; रेशमी जाळीदार कापड वगैरे पदार्थ फारच तलम असतात; मखमाल वगैरे कांहीं फारच जाड असतात. मखमालीवर जें फुल असतें, त्याच्यायोगानें ती ससाच्या वगैरे आंगावरच्या लवेसारिखी दाट दिसते, व लवेसारिखी ऊबदारही असते. विलायतेंत तर फारच नामी तऱ्हेतऱ्हेचीं सणगें होतात. त्यांतलीं कांहीं सांगतो. अतलस हें कापड फारच चकचकीत व तुळतुळीत असतें. धुमास, म्हणून एक कापड असतें, त्याच्या वरचीं फुलें भुईच्यात्र रंगाचीं असतात, व त्यांच्या रंगात वेगळाली लकेरअसते, तिच्यायोगानें मात्र तीं दिसतात. किनखाप हें कापड प्रसिद्ध आहे, त्यावर स्वाभाविक रंगाचीं किंवा सोनेरी किंवा रुपेरी कलाबतूचीं फुलें असतात. तसेंच रेशिमाचे पायमोचे, हातपंजे, गुंड्या गोफ, वगैरे पुष्कळ जिन्नस होतात, व हे महाग जरी असतात तरी ह्यांच्या टिकाऊपणामुळें अधिक किंमतीचा बचपा निघून जातो. रेशमाचा धागा फार बळकट असतो, त्यामुळें पुष्कळ रेशीम शिवण्याच्या कामाकडें खर्चतें. सारांश धातूंमध्यें सोनें जसें श्रेष्ठ, तसें वस्त्रें करण्याच्या द्रव्यांमध्यें रेशीम श्रेष्ट होय. जेथें जेथें हें लागतें, त्या पदार्थास शोभा व किंमत ही येतात. रेशीम तयार करितांना जो गाळ निघतो, तो सुद्धां टाकून देत नाहींत. तो कितीएक चांगल्या कामांस लावितात. कोळीसऱ्यांवरचें मऊ द्रव्य, व कच्चें रेशीम तयार होतांना जो त्याचा कांहीं भाग अनुपयोगी खालीं राहतो तो, हीं एके ठिकाणीं जमवून त्यांचे जाडे धागे करितात, व त्या धाग्यांचे धडबतीचे पायमोचे करितात. कोळिसऱ्यांच्या आंत बाजूस जो पदार्थ असतो त्याचीं सर्वोत्कृष्ट अशीं कृत्रिम फुलें करितात.

जनवरांच्या कातड्यावरील लव व लोंकर हीं वस्त्रें करावयास

जशीं चांगलीं उपयोगीं पडतात तसें कातडें ही स्वत:पुष्कळ कामांस उपयोगीं पडतें; परंतु तें तयार करण्याची मेहनत मात्र त्यांच्यापेक्षा अधिक आहे. तें कुजूंनये, व त्याचें आंगीं मऊपणा व लवचिकपणा रहावा, म्हणून त्यास कांहीं एका प्रकारच्या द्रव्याची भावना द्यावी लागते. ह्या संस्कारास कमावणें म्हणतात; कमावलेल्या कातड्यांची विलायतेंत वस्त्रें करितात, व तें दुसऱ्या पुष्कळ कामांसहीं पराकाष्टेचें उपयोगीं पडतें. हीं कातडीं इंग्रज लोक कशीं कमावितात, त्याचें पुढें वर्णन करितों.

कातडीं काढणारानें जनावरांच्या आंगावरचें कातडें चांगलें जपून काढिल्यावर त्यावरचा मळ जाण्याकरितां तें पाण्यांत टाकितात. तेथें तें एक दोन दिवस राहिल्यावर बाहेर काढून तें अर्ध्या वरवंटयासारखा एका आंगून वाटोळा व एका आंगून चापट असा एक धोंडा असतो, त्यावर घालून त्याच्या आंतल्या बाजूस लागलेलें मांस किंवा चर्बी काढून टाकितात. नंतर तें कातडें पाण्यांत टाकितात. तेथें तें सुमारें पंधरा दिवस असतें, असें करण्यानें तें फुगून जाड होतें, व त्यावरचे केंस उखळून ढिले होतात. मग त्यास बाहेर काढून पुन: वर सांगितलेल्या धोंड्यावर घालून त्यावरचे केंस खरडून टाकितात. नंतर तें खबुतराच्या विष्टेच्या पाण्यांत टाकितात म्हणजे चुन्याच्या पाण्यानें त्याच्या आंगीं जो फुगीरपणा आला असतो, तो जातो. नंतर त्यास आणखी धोंडयावर घालून स्वच्छ करितात, आणि मग कमावण्याच्या पाण्यांत टाकितात. ह्या पाण्यांत ओक नामक एक झाड आहे, त्याच्या सालीची भरड भुकटी घातलेली असते. ह्या देशांत तरड किंवा बाभूळ ह्यांच्या सालीच्या पाण्यांत कातडीं कमावितात. ओकाच्या सालींत पराकाष्टेचा तुरटपणा असतो, आणि हें तुरट द्रव्य कातडयाच्या आंगांत चांगलें भिनलें म्हणजे तें त्यास कुजूं देत नाहीं. कातडें ह्या पाण्यांत चांगलें मुरलेंसें झालें म्हणजे तें काठींवर झिरपत टाकितात, आणि पाणी झिरपून गेल्यावर

तें काढून वरून वाटोळा व खालून सपाट असा लांकडाचा मोठा ठोकळा असतो, त्यावर तें साफ करून व ताणून पसरितात. नंतर कातडीं वाळवण्याचें एक घर असतें; त्यांत वारा खेळवण्याला त्याला धारीं असतात; त्या घरांत तें कातडें नेऊन चांगलें वाळेतोंपर्यंत टांगून ठेवितात. इतकें झालें, म्हणजे कमावण्याचा संस्कार संपला.

आतां इतकी कृति झाली तरी कातडें कामास लावावयाजोगें तयार होत नाहींच. त्यांस आणखी कांहीं संस्कार करावे लागतात. ते हे कीं वर सांगितल्याप्रमाणें तयार झालेलें कातडें पुनः पाण्यांत टाकितात, व तें चांगलें भिजलें म्हणजे बाहेर काढून कठीण लांकडाच्या एका प्रकारच्या ठोकळ्यावर घालितात. ह्या ठोकळ्याची वरची बाजू उतरती व गुळगुळीत असते, व ह्यावर कातडें घालतांना जीवर केंस असतात, ती बाजू खालीं करितात, व मांसाकडील बाजू वर करितात. मग लोखंडाचें दोन्हींकडून धारेचें एक हत्यार असतें; त्या हत्यारास दोन मुठी असतात; त्या हत्यारानें खरडून तें कातडें साफ व हवें तितकें पातळ करितात. नंतर तें आणखी एक वेळ पाण्यांत टाकून बाहेर काढितात, आणि गुळगुळीत धोंड्यानें घासितात, किंवा घोंटितात. नंतर तें मऊ व लवचीक करण्याकरितां हरणांच्या किंवा बकऱ्यांच्या कातड्यापासून काढलेल्या तेलानें किंवा चर्बी कढवून तिनें तें माखून वर सांगितलेल्या घरांत वाळत टाकितात, आणि बरेंच वाळून दमटसें झालें, म्हणजे उन्हांत वाळवितात, किंवा विस्तवाच्या धगीनें सुकवितात. नंतर त्यास काळा रंग देणें असल्यास, किंवा दुसरा रंग देणें असल्यास, किंवा रंगच द्यावयाचा नसल्यास, त्या त्या प्रमाणें त्यास आणखी कांहीं संस्कार करितात; परंतु त्यांचें आतां विशेष वर्णन करीत नाहीं; थोडक्यांत इतकें सांगतों, कीं तुरटपणा कातड्याच्या आंगांत भिनून तें एकदा चांगलें कमावलें गेलें, म्हणजे पुढें त्यावर काळा रंग चांगला उठावयास दुसरें कांहीं करावयास नको, हिराकस पाण्यांत कालवून तें पाणी

लावलें म्हणजे झालें. हिराकसाचें पाणी कुंचल्यानें लावितात, व तें बहुतकरून केसाच्या बाजूस लावितात. हें झाल्यावर कातड्यावर दाणा आणावा लागतो. तो आणावयाची रीत अशी. मध्यें मध्यें ज्यास खोंचण्या आहेत असें खराऱ्यासारखें एक हत्यार असतें. (भेद हाच असतो, कीं खराऱ्याच्या खोचण्या दूर दूर असतात, व ह्या हत्याराच्या फारच जवळ असतात) त्या हत्यारानें आडवें, उभें, असें चोंहोंकडून कातडें घासितात, म्हणजे त्यावर दाणा दिसूं लागतो. कधीं कधीं कातड्यावर मासाच्या बाजूनें रंग देतात. तो रंग काबळ व तेल ह्यांचा असतो.

वर जी कृति सांगितली त्या कृतीनें जोडे व बूट ह्यांचीं कातडीं विलायतेंत तयार करितात. जोडे व बूट हे कातड्यापासून होणाऱ्या मुख्य जिन्नसांपैकींच आहेत. खरोखर पाहिलें असतां, बळकटपणा, मऊपणा व पाणी आंत न येऊं देणें, हे गुण जसे कातड्याच्या आंगीं आहेत, तसे दुसऱ्या कोणत्याही पदार्थाच्या आंगीं नाहींत. जोडे वगैरे बहुतकरून गुरांच्या कातड्यांचे करितात. कातड्यांच्या कधीं कधीं बंड्या सुद्धां करितात, कितीएक देशांत तर वहुतकरून पांघरुणें कातड्याचींच असतात. असो, विशेष नाजूक जे जिन्नस असतात ते शेळ्या, बोकड, कुत्रें इत्यादिकांच्या कातड्यांचे करितात.

वर सांगितल्या रीतीपेक्षां वेगळी अशी आणखी एक कातडी तयार करण्याची रीत आहे. त्या रीतीनें करडांचीं कातडीं हात पंज्या करितां तयार करितात. ती रीती येणें प्रमाणें. पहिल्यानें कातडीं धुवून तीं चुन्याच्या पाण्यांत टाकितात, म्हणजे त्यांवरचे केंस मोकळे होतात, व त्यांच्या आंगचा तेलकटपणा निघून जातो, नंतर पाण्यांत कोंडा घालून तें ऊन करून त्यांत तीं कातडीं घालून मऊ करितात, आणि लांकडाच्या ठोकळ्यावर ताणून वाळत घालितात ह्या संस्कारानें तीं कातडीं पारदर्शक होतात, नंतर तीं तुरट पाण्यांत टाकितात. हें पाणी तुरट होण्याकरितां त्यांत झाडाची साल वगैरे घालीत ना-

होंत, तर तुरटी व मीठ घालितात. ह्या पदार्थांचा क्षार त्यांच्या आंगांत भिनला, म्हणजे तीं कितीएक महिनेपर्यंत चांगलीं राहतात. नंतर ऊन पाण्यानें तीं धुवून त्यातला जास्ती खारटपणा काढून टाकितात. ही कृती विशेष कठीण व नाजूकपणाची आहे. नंतर तीं कातडीं कांहींशीं वाळवितात, व दमट असतात तोंच पिपांत आंड्याचा बलक चांगला तयार करून त्यांत टाकितात,आणि खूप तुडवितात, ह्मणजे तो बलक त्यांच्या आंगांत अगदीं भिनून जाऊन तीं विशेष, घट्ट व मऊ व लवचीक अशीं होतात. आंडीं महाग असतात; ह्याकारणामुळें कधींकधीं आंड्यांच्या ठिकाणीं रक्ताची योजना करितात. परंतु रक्ताच्यायोगानें त्यास जो कांहींसा वाईट रंग येतो तो पुढें साफ नाहींसा होत नाहीं, हा रक्तांत दोष आहे. नंतर तीं पुनः वाळवितात, ह्मणजे तीं रंग देण्यास, किंवा पांढरींच ठेवावयाचीं असल्यास घोंटण्यास, तयार झालीं. मोरोको ह्मणून एक प्रकारचीं कातडीं असतात, तीं शेळ्या व बोकड ह्यांच्या चमड्यांचीं करितात. तीं तयार करण्याची कृति वरच्या कृतीसारखीच आहे. भेद इतकाच आहे, कीं तीं भरण्याकरितां ऊन पाण्यांत पांढरे अंजीर घालून त्या पाण्यांत तीं टाकून तुडवितात.

शुद्धपदार्थ—आक्सिजन, हैड्रोजन, नैत्रोजन, कारबान, गंधक, फास्फरस् आणि धातु ह्यांविषयीं.

शुद्ध पदार्थ किंवा शुद्धतत्वें ह्मणजे ज्या पदार्थांचें रसायनरीत्या पृथक्करण करितां येत नाहीं, ते. असे पदार्थ आजच्या समजुतीप्रमाणें ६२ आहेत. आजच्या समजुतीप्रमाणें असें ह्मणण्याचें कारण, ज्या पदार्थांचें पूर्वी पृथक्करण करितां येत नव्हतें, त्यांचें तें आजकरितां येवें; ह्यावरून आज ज्यांचें तें करितां येत नाहीं, त्यांचें तें पुढें करितां येऊन शुद्ध तत्वांची संख्या कदाचित् वाढेल, किंवा कदाचित् कमी होईल, असा संभव आहे. असो, कोणी कोणी विद्वान लोक प्रकाश, उष्णता, वीज लोहचुंबकत्व, ह्या चोहोंचा शुद्ध पदार्थांमध्यें संग्रह करितात. व ह्यांस अ-

मेयद्रव्यें (ह्मणजे तोलतां किंवा मापतां येत नाहींत अशीं द्रव्यें) म्हणतात; परंतु ह्या द्रव्यांची पृथक् स्थिति अद्यापि स्पष्टपणें सिद्ध झाली नाहीं. ह्यास्तव ह्यांस शुद्ध पदार्थांमध्यें गणण्याचा सामान्य प्रचार नाहीं. असो, वर जे शुद्ध पदार्थ सांगितले, त्यांस कधीं कधीं मागल्या चार पदार्थांहून निराळे दाखविण्याकरितां मेयद्रव्यें असें ही ह्मणतात, कारण ते तोलतां व मापतां येतात. ह्या सर्व पदार्थांच्या गुणांचें ज्ञान चांगल्या रीतीनें व्हावें, ह्मणून त्यांचे तीन वर्ग बांधले आहेत. ते येणेंप्रमाणें.

१ दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्गांतले पदार्थांशीं व ज्यांशीं रसायनाकर्षण मनस्वी व त्यांचा ज्यांशीं संयोग होऊन नवे मिश्र पदार्थ उत्पन्न होतात व त्या मिश्र पदार्थांचे गुण घटक द्रव्यांच्या गुणांपेक्षां अगदीं निराळे असतात, त्या सर्व पदार्थांचा पहिल्या वर्गांत संग्रह होतो. ते पदार्थ १ आक्सिजन, २ क्लोरैन ३ अयोदैन ४ ब्रोमैन ५ फ्लुयोरैन असे पांच आहेत.

२ ज्यांचेठायीं घातूंचे गुण नाहींत; परंतु जे दाह्य (जळणारे) असतात व ज्यांचीं आसिडें होतात, ते पदार्थ दुसऱ्या वर्गांत मोडतात. ते पदार्थ—

६ हैड्रोजन, ७ नैत्रोजन—हे दोन वायुरूप पदार्थ आहेत.

८ कार्बन, ९ बोरोन्—हे दोन स्थिर व अद्राव्य असे अप्रवाही पदार्थ आहेत.

१० गंधक ११ फास्फरस हे दोन चंचल (कापरासारखे उडून जाणारे) व द्राव्य (उष्णतेनें पातळ होणारे) अप्रवाही पदार्थ आहेत.

३ ज्या पदार्थांचे आंगीं धातूचे गुण असतात, व जे पदार्थ दाह्य असतात, त्या सर्वांचा संग्रह तिसऱ्या वर्गांत होतो. दोन्हींपेक्षां ह्या वर्गांत आलेल्या शुद्ध पदार्थांची संख्या फार मोठी आहे. हे एकंदर त्रेचाळीस आहेत. हे सर्व पदार्थ प्रायः वर सांगितलेल्या अकराही पदार्थांशीं संयोग पवतात; परंतु त्यांपासून होणाऱ्या सर्व पदार्थांत त्यांचा

आक्सिजनाशीं संयोग होऊन जे मिश्रपदार्थ होतात ते विशेष चमत्कारिक असतात.

आक्सिजन हा पदार्थ, सृष्टींत जे रसायन व्यापार होतात, त्यांस एक प्रधान कारण आहे. ज्यांत ह्याचा संबंध अगदीं नाहीं, असे रसायन व्यापारच थोडे. पदार्थ कुजणें, आंबणें, किंवा जंगणें इत्यादि क्रियांस आक्सिजन कारण आहे. शुद्ध अवस्थेंत हा पदार्थ वायुरूप असतो. सृष्टींत हा पदार्थ फारच विपुल आहे. सर्व वातावरणांत एक पंचमांश आक्सिजन आहे. व पाण्यांत मापानें एक तृतीयांश आहे; ह्मणजे तीन पंचपात्र्या पाणी असल्यास त्यांत एक पंचपात्री आक्सिजन असतो. प्राणी, झाडें, खनिज पदार्थ एतद्रूप सृष्ठ पदार्थांत प्रायः आक्सिजन असतो. साधारण वायूप्रमाणें ह्या वायूलाही रंग, रुचि, वास, हीं नसतात, व त्याप्रमाणें हा अदृश्य असतो. त्या सारखा ह्यांत ही स्थिति स्थापकतारूप गुण आहे; पण हा साधारण वायूपेक्षां जड आहे. शंभर मापे आक्सिजन व एकशें अकरामापें साधारण वायू हीं वजनानें बरोबर भरतात, हा वायु दहन व्यापारास आश्रय आहे, ह्मणसे एखाद्या पात्रांत हा वायु घालून त्यांत पेटलेला कांकडा वगैरे धरिला असतां, तो साधारण वायूंतल्या पेक्षां फार जोरानें जळतो. वास्तविक म्हटलें तर साधारण वायूंत जें दहन होतें तें त्या वायूंत आक्सिजन असल्यामुळें होतें. जेथें आक्सिजन नाहीं, तेथें पदार्थ मुळींच जळत नाहीं. हा दहनास जसा अवश्यक आहे तसा प्राण्यांच्या जीवनासही तो अवश्यक आहे. ज्यांत आक्सिजन नाहीं त्या वायूनें आपले श्वासोच्छ्वास होत नाहींत. आक्सिजन हा प्राणीजीवन व पदार्थदहन ह्या दोन्ही व्यापारांस अगदीं आवश्यक आहे, ह्यावांचून ते व्यापार व्हावयाचे नाहींत. आक्सिजन दुसऱ्या पदार्थांशीं रसायनरीत्या संयोग पावून झालेले मिश्र पदार्थ सृष्टींत आयते सांपडतात इतकेंच नाहीं; तर कृतीनेंही तो दुसऱ्या पदार्थांशीं संयुक्त करून नवे मिश्र पदार्थ करितां येतात.

वास्तविक पाहिलें असतां आक्सिजन हा शुद्ध पदार्थ आहे, असें ह्मणतां येत नाहीं, कारण ह्याची वायुरूप अवस्था स्वाभाविक नव्हे; ती त्यास उष्णतेच्यासंयोगानें प्राप्त झाली आहे; परंतु ज्या पदार्थांत उष्णता अगदीं नाहीं, असा पदार्थ अद्यापि सांपडला नाहीं; व कृतीनें ती अगदीं नाहींशी करतां येत नाहीं; ह्याकरितां उष्णतेशीं संयोग पावलेले पदार्थ असले, तरी त्यांस शुद्ध पदार्थ म्हणण्याची वहिवाट पडली आहे, तीवरून आक्सिजन वगैरे पदार्थांस शुद्धपदार्थ म्हटलें आहे. नेहमीं स्थितिस्थापकगुणयुक्त जे प्रवाही पदार्थ त्यांस वायु, वायुरूप हे शब्द लावितात, व ज्यांचे ठायीं स्थितिस्थापक गुण नाहीं, त्या प्रवाही प्रदार्थांस प्रवाही हें विशेषण लावितात. जे प्रवाही पदार्थ कधीं कधीं स्थितिस्थापक गुणयुक्त असतात, त्यांस वायु ह्मणावयाचें नाहीं; तर त्यांस वाफ ह्मणतात. जसें, पाण्याची वाफ. हिला वाफच ह्मणावयाचें, वायु ह्मणावयाचें नाहीं. कारण थंड झाली असतां, तिचें पाणी होऊन तिच्या अंगचा स्थितिस्थापकपणा नाहींसा होतो. तसेंच साधारण वायु हा वाफ नव्हे, कारण त्याचा स्थितिस्थापकपणा कधींही नाहींसा होत नाहीं.

हैड्रोजन हा पदार्थ सर्वदा वायुरूप असतो. त्यास कधीं कधीं दाह्यवायु असेंही म्हणतात. आपणांस माहीत जे पदार्थ आहेत त्या सर्वांत हा हलका आहे. आक्सिजनापेक्षां हा सोळा पट विरल आहे; ह्मणजे एक पंचपात्री भर आक्सिजन व सोळा पंचपात्र्या हैड्रोजन ह्या दोहोंचें वजन सारखें असतें. हा पाण्याचा मुख्य घटकावयव आहे, व हा त्याच द्रव्यापासून प्राप्त होतो. हैड्रोजन शुद्ध असला ह्मणजे त्याचे गुण व साधारण वायूचे गुण सारखेच असतात. ह्या वायूस कधीं कधीं थोडा वास येतो; परंतु वास त्याच्या आंगचा नव्हे, तर त्यामध्यें भिनून गेलेला कांहीं दुसरा पदार्थ असतो, त्याचा होय. हा वायु स्वतः पराकाष्ठेचा दाह्य आहे, व लांकडें वगैरे जे दाह्यपदार्थ ह्यांतून जी ज्वाला निघते, ती त्या पदार्थांत हा असल्यामुळेंच निघते. असें आहे तरी हा वायु दहनास मुख्य कारण नव्हे. हा जो जळतो तो आक्सिजन असला तरच

जळतो. भांड्यांत हैड्रोजन घालून त्यांत पेटलेला कांकडा घातला असतां, जळत नाहीं विझून जातो. हा जसा दहनास कारण नाहीं, तसा प्राण्यांच्या जीवनासही कारण नाहीं. कारण ह्या वायूंत प्राणी टाकिला असतां तो तत्काल मरतो. परंतु तो प्राणी मरतो तो हैड्रोजनानें मरतो असें नाहीं; तर आक्सिजन नसल्यामुळें मरतो असें समजावें. शुद्ध आक्सिजन वायु व हैड्रोजन वायु एकत्र मिळविले असतां, त्यांस कांहीं विकार होत नाहीं; परंतु त्यांच्या मिश्रणास पेटलेला कांकडा लाविला असतां त्याचा फाडदिशीं मोठा अवाज होतो; आणि ते दोन्हीं जर कांहीं विवक्षित प्रमाणानें मिश्र झाले असले तर तो अवाज होऊन त्या एकंदर दोन्ही वायूंचें पाणी होतें. असो, हैड्रोजन वायु फार हलका आहे, ह्यामुळें त्यानें कृत्रिम विमानें भरितात. हैड्रोजन ह्या शब्दाचा मूळ अर्थ जलजनक असा आहे, आणि हा वायु पाण्याचा अवयव आहे, ह्मणून त्यास हें नांव प्राप्त झालें आहे.

नैत्रोजन हाही एक वायुरूपच पदार्थ आहे. हा साधारण वायूपेक्षां कांहीं हलका आहे. साधारण वायूंत मापानें चार पंचमांश नैत्रोजन असतो व एक पंचमांश आक्सिजन असतो. ह्यास रंग रुचि व गंध नाहींत, व ह्याचे संकोच विकास करितां येतात. ह्या वायूंत अग्नि जळत नाहीं, व प्राणी बांचत नाहीं. हा भिरनिराळ्या प्रमाणानें आक्सिजनाशीं रसायनरीत्या संयोग पावून अनेक मिश्र पदार्थ उत्पन्न होतात, व त्या सर्वांचे गुण निरनिराळे असतात.

ह्या मिश्र पदार्थामध्यें नैत्रस् अक्सैद म्हणून एक मिश्र पदार्थ आहे, तो फारच चमत्कारिक आहे. तो पदार्थ वायुरूपच असतो, व त्यांत २ मापें नैत्रोजन व १ माप आक्सिजन असे असतात. श्वासोछ्वासानें हा वायु पोटांत गेला असतां, मनुष्यास पराकाष्टेचा आवेश येतो. त्यास उड्या माराव्या, व धांवावें, असें वाटतें, व हसण्याच्या वगैरे उसळीवर उसळी येऊं लागतात. ह्यावरून स्पष्ट दिसून येतें, कीं वातावरणाच्या घटकावयवांच्या मिश्रणप्रमाणांत ईश्वरानें यत्किंचित फेरफार केला, तर

तेवढ्या फेरफारानें अनेक सुखकारक किंवा दुःखदायक असे परिणाम होतील कारण वातावरणांतला वायु, चार मापें नैत्रोजन व एक माप आक्सिजन ह्यांच्या मिश्रणानें झाला आहे, व हें मिश्रणप्रमाण वरच्या मिश्रणप्रमाणापेक्षां फार भिन्न नाहीं. दुसरा एक वायुरूप पदार्थ आहे, त्यास नैत्रिक आक्सैद ह्मणतात. त्यांत २ मापें आक्सिजन व २ मापें नैत्रोजन असतो. प्राण्याच्या श्वासमार्गांत हा वायु गेला असतां, तत्काळ त्याचा दम कोंडतो. आक्काफार्तिसनामक एक पराकाष्टेचें जलद व जलाल आसिद आहे, त्यांत बहुतकरून जो धातु टाकावा, तो वितळून जातो. ह्या आसिदांत ५ मापें आक्सिजन व २ मापें नैत्रोजन असतो. ह्यावरून असें दिसतें, कीं क्षणोक्षणीं आपल्या श्वासमार्गांत जे पदार्थ जात आहेत ते पदार्थ (आक्सिजन व नैत्रोजन) हल्ली ज्या मानानें मिश्रण पावले आहेत, त्यापेक्षां निराळ्या मानानें मिश्रण पावले तर त्यांच्या संयोगानें आपणांस पराकाष्टेची इजा होईल व तत्काल मृत्यु प्राप्त होईल.

कार्बान हें नांव लांकडी कोळशांत जो शुद्ध दाह्य भाग असतो त्यास दिलें आहे. हिरा हा शुद्ध व कांहीं रीतीनें बनवलेला कार्बानच होय. कारण हिरा व लांकडाचा वगैरे शुद्ध कोळसा ह्यांस सारख्या कारणांशीं संयुक्त केलें असतां, अगदीं सारखीं कार्यें उत्पन्न होतात. कार्बान हा पाण्यांत विरत नाहीं; व कितीहि कडक आंच लाविली तरी वितळत नाहीं. कार्बान याचा आक्सिजन वायूशीं रसायनरीतीनें संयेाग झाला असतां, कार्बानिक आसिद उत्पन्न होतें. हें आसिद वायुरूप पदार्थ आहे. तसेंच कार्बान हैद्रोजन वायूशीं संयुक्त होऊन अनेक प्रकारचे मिश्र पदार्थ उत्पन्न होतात, व ते वायुरूप असतात. ह्या मिश्र पदार्थांस रसायन शास्त्रांत कार्बुरेतेद हैद्रोजन ह्मणतात, व विलायतेंत ज्या वाफेचे दिवे करितात, तींत हे मिश्र पदार्थ असतात. प्राण्यांच्या आंगांतल्या पदार्थांपासून व वनस्पतींच्या अवयवांपासून जीं तेलें काढितात, त्यांत कार्बान व हैद्रोजन हेच प्रायः असतात, ह्यांखेरीज दुसरा पदार्थ बहुधा नसतो. त्या तेलांत भिन्न भिन्न गुण जे असतात ते त्यांचे घटकावयव

भिन्न असल्यामुळें असत नाहींत, तर घटकावयवांचीं मिश्रणप्रमाणें भिन्न भिन्न असल्यामुळें भिन्न भिन्न गुण उत्पन्न होतात. डीक व साखर या पदार्थांविषयीं असेंच आहे. ह्या दोहोंचें घटकावयव हैड्रोजन, आक्सिजन व कार्बान हे आहेत; परंतु ते निरनिराळ्या प्रमाणानें मिश्रण पावल्यानें त्या मिश्र पदार्थांचेठायीं निरनिराळे गुण आले आहेत.

गंधक हा पदार्थ प्रसिद्ध आहे. हा पदार्थ कठीण व ठिसूळ असतो. ह्याचा रंग पिवळा असतो. ह्यास वास अगदीं नाहीं, व थोडीशी रुचि असते. हा सृष्टींत सर्वत्र पसरला आहे; पण तो प्रायः शुद्ध अवस्थेंत सांपडत नाहीं, इतर पदार्थांशीं संयुक्त झालेला सांपडतो. हा पाण्यांत विरत नाहीं; तरी उष्णतेनें वितळून पाण्यांत ओतला असतां, त्याचा मृदुपणा राहतो, व हा ह्या अवस्थेंत असतां, शिक्के मोर्तब वगैरे ह्यांवर दाबून त्यांवरचे ठसे ह्या पदार्थावर घेतात. गंधक पात्रांत घालून त्या पात्रांचीं तोंडें बंद करून त्यास आंच दिली असतां, त्याची बारीक भुकटी होते; तीस गंधकाचें फूल ह्मणतात. पाण्यास कढ येण्यास जितकी उष्णता लागते, तीपेक्षां दुप्पट उष्णता गंधकास लावून त्याचा साधारण वायूशीं संबंध केला असतां, तो पेट घेतो; व त्यापासून फिक्या निळ्या रंगाची ज्वाला निघते. हा अशाप्रकारें जळत असतां, वातावरणांतल्या आक्सिजन वायूंत द्रवरूपानें मिळून एक वायुरूप आसिद उत्पन्न होतें; व त्या आसिदाच्या आंगीं स्थितिस्थापकपणा असतो. गंधक हा पदार्थ रसायन शास्त्रांत व कलाकौशल्याचे कामांत फार उपयोगी आहे. आक्सिजन वायु गंधकाशीं चार निरनिराळ्या प्रमाणांनीं रसायन रीतीनें संयोग पावून मोठीं चमत्कारिक आसिदें उत्पन्न होतात. गंधक व धातु ह्यांचा संयोग होऊन जे मिश्र पदार्थ उत्पन्न होतात, त्यांस इंग्रेजींत सल्फुरेत म्हणतात, व ह्याचा हैड्रोजन वायूशीं संयोग होऊन जो मिश्रपदार्थ उत्पन्न होतो त्यास सल्फुरेतेत हैड्रोजन म्हणतात.

फास्फरस हा पदार्थ अर्ध पारदर्शक आहे. ह्याचा रंग पिवळट असतो व हा मेणाइतका घन असतो. हा वहुतकरून हाडांच्या पृथ-

करणापासून प्राप्त होतो. हा इतका ज्वालाग्राही आहे; कीं त्याच्यामध्यें १९० अंश उष्णता उत्पन्न झाली, कीं हा पेट घेतो. हा पदार्थ अंधारांत चकचकीत दिसतो. तो वातावरणांतल्या साधारण उष्णतेनें त्याचे मंद दहन होत असतें, त्यामुळें तसा दिसतो. जळतांना त्यापासून घन व पांढरा धूर निघतो, व त्या धुराला लसणींच्या सारखा वास येतो, व हा धूर काळोखांत चकाकतो. हा पदार्थ फारच ज्वालाग्राही आहे; म्हणून हातीं धरितांना फार जपावें लागतें. तसाच हा मोठें जालीम विष आहे.

आजपर्यंत सांपडलेले एकंदर सर्व धातु ४३ आहेत, व शुद्ध पदार्थांच्या वर्गांत धातूंचा वर्ग फारच मोठा आहे. आतां त्यांच्या असाधारण गुणांपैकीं कांहीं एथें सांगतों. सर्व धातूंच्या आंगीं कांहीं असाधारण प्रभा ह्मणजे चमक असते. ते सर्व अपारदर्शक आहेत, ह्मणजे त्यांमधून तेजाच्या किरणांचा प्रवेश अगदीं होत नाहीं. ते सर्व उष्णतेनें वितळतात, व त्यांचें पाणी झालें असतांही त्यांची चमक जात नाहीं व त्यांमधून तेजाचें किरण अगदीं शिरत नाहींत. त्यांमधून वीज व उष्णता ह्या फार जलदीनें वाहतात. कितीएक धातू प्रसरणशील आहेत. ते हातोड्यानें ठोकिले असतां, वाढतात; व लोखंडी चरकांत घातले असतां, पातळ होतात; व त्यांची लांब तार निघते. ते तापवून त्यांशीं आक्सिजन क्लोरैन व आयोडैन ह्यांचा संयोग केला असतां, ते पेट घेतात; व जळण्यानें त्यापासून यथाक्रम आक्सैद, क्लोरैद, व आयोडैद ह्या नावाचे भिन्न पदार्थ उत्पन्न होतात. ह्या मिश्र पदार्थांचे ठायीं असाधारण प्रभा वगैरे धातूंचे कांहींच असाधारण गुण राहत नाहींत. बहुतकरून ज्या पाहिजे त्या प्रमाणानें ते एकमेकांशीं संयोग पावून मिश्र धातू उत्पन्न करितात; पण हा संयोग होतांना ते धातु द्रवावस्थेंत असले पाहिजेत. मिश्र धातूंचे ठायीं शुद्ध धातूंचे धर्म राहतात. धातु अपारदर्शक असून चकचकीत असतात, ह्यामुळें त्यांच्या पृष्ठ भागांवर पडलेल्या प्रकाश किरणांपैकीं बहुतेक किरण परावर्तन पावतात. ह्या गुणांमुळें त्यांचे आरसे फार चांगले होतात. धातु प्रायः फार जड असतात, व हा जडपणा

त्यांचा एक मोठा व्यावर्तक धर्म मानीत असत; परंतु अलीकडे पोताश व सोदियं वगैरे कांहीं धातु सांपडले आहेत, ते पाण्यापेक्षांही हलके आहेत. ह्यावरून विशेष जडपणा आतां धातूंचा असाधारण गुण मानितां येत नाहीं.

यंत्र शास्त्रांतील मूलतत्वें.

जड पदार्थ म्हणून जितके आहेत त्यांस स्वाभाविक अवस्था दोन, एक स्थिति म्हणजे स्थिरता, किंवा गति. त्यांची स्वभाविक गति म्हटली म्हणजे ती सर्वदा सारख्यावेगाची व एका दिशेकडे असते. हरएक पदार्थ केव्हां पाहिला तरी तो ह्या दोहोंपैकीं एका अवस्थेंत असतो, व त्यावर बाहेरची प्रेरणा झाल्याशिवाय त्यास एक अवस्था टाकून दुसऱ्या अवस्थेचें अवलंबन करितां येत नाहीं; म्हणजे पदार्थ स्थिर असल्यास त्यास हलविल्यावांचून तो हलत नाहीं, व चालत असल्यास थांबविल्यावांचून थांबत नाहीं. तसेंच बाह्यप्रेरणा कमी किंवा जास्त जोराची असल्यास ती प्रमाणें त्यास कमी किंवा जास्त जोराची गति प्राप्त होते, व ती बाह्यप्रेरणा त्यास ज्या दिशेस लोटते त्याच दिशेस तो जातो. तसेंच पदार्थ जितक्या जोरानें लोटावा तितक्याच जोरानें तो पदार्थ लोटणाऱ्या पदार्थास पाठीमागें ढकलितो; म्हणजे आघात आणि प्रत्याघात हे सर्वकाळ सारख्या जोराचे असतात, व त्यांचा रोख सर्वकाळ समोरासमोर असतो. ह्या तीन गोष्टींस गतीचे सामान्य नियम म्हणतात. हे यंत्र शास्त्राचे म्हणजे गति विषयक शास्त्राचे मूलभूत सिद्धांत होत. ह्यांच्या आधारानें सर्व यंत्रशास्त्र रचलें आहे, व गति संबंधी जितक्या गोष्टी आहेत, व जेजे सिद्धांत काढिले आहेत, त्या सर्व गोष्टी व ते सर्व सिद्धांतहीं हे मूलभूत सिद्धांत खरे धरून त्यांपासून निघावयासारखीं आहेत; म्हणजे त्यांचा व ह्यांचा विरोध कदापि यावयाचा नाहीं.

एक पदार्थावर एक कालीं दोन प्रेरणा झाल्या आणि एक प्रेरणा

त्यास एका दिशेस नेऊं पाहते, व दुसरी प्रेरणा दुसऱ्या दिशेस नेउं पाहते; तर तो पदार्थ त्या दोन दिशांच्या मधल्या दिशेनें जाईल. उदाहरण नदीचा प्रवाह पश्चिमेकडून पूर्वेस वाहत आहे, आणि वारा दक्षिणेकडून उत्तरेस वाहत आहे, असें असतां नदीच्या दक्षिणबाजूस लांकूड पाण्यांत टाकिलें तर तें वाहतवाहत समोरच्या कडेस लागेल; परंतु टाकिलेल्या स्थळाखालच्या बाजूस लागेल, व तें वायव्येकडून ईशान्येस वाहत जाईल. दोन्ही प्रेरणा सारख्या असल्या तर पदार्थ समांतर चौबाजू क्षेत्राच्या कर्णरेघेंत चालतो; व दोहोंपैकीं एक प्रेरणा एक सारखी व दुसरी सतत वर्धमान किंवा सतत क्षीयमाण अशी असत्यास, पदार्थ कंसाकृति रेघेनें चालतो. उदाहरण धोंडा हातांत घेऊन फेकिला असतां हातानें त्याचे ठायीं उत्पन्न केलेली प्रेरणा एकसारखीं असते व ती त्यास एकाच दिशेस नेत असते, पण तो हातांतून सुटल्यापासून खालीं पडे तोंपर्यंत त्या धोंड्यास पृथ्वी गुरुत्वाकर्षण शक्तीच्यायोगानें क्षणोक्षणीं आपणाकडे अधिक अधिक ओढीत असते ह्यास्तव ही प्रेरणा वर्धमान असते, आणि ह्या दोन प्रेरणांच्या योगानें तो धोंडा जमिनीकडे कौंसाकृती रेघेनें येतो, व मार्गानें धोंड्यास वातावरणाचा प्रतिबंध नसता तर ती रेषा हैपर्बलाकृति झाली असती, हैपर्बला म्हणून कौंसाकृति रेघेचा एक प्रकार भूमिति शास्त्रांत प्रसिद्ध आहे. असो, ग्रह अंतरालांत आपआपल्या कक्षांत फिरत राहिले आहेत, ते दोन प्रेरणांनीं राहिले आहेत. एक प्रेरणा त्यांस सूर्याकडे ओढिते व दुसरीनें ते स्पर्शरेघेनें जावयास करतात; व त्या दोन्ही एक काळीं चालू आहेत, व दोन्ही एक सारख्या आहेत, वर्धमान किंवा क्षीयमान नाहींत, म्हणून ते ग्रह वर्तुल कल्पकक्षांत फिरतात.

पदार्थ गतिविशिष्ट असतां त्याचेठायीं चालकत्व उत्पन्न होते. चालकत्व सर्वकाळ पदार्थांचें वजन व त्यांच्या गतीचा वेग ह्यांच्या गुणाकाराच्या प्रमाणानें असतें; म्हणजे हा गुणाकार वाढल्यास तें वाढतें, व कमी झाल्यास कमी होते, पहा, शिशाचा एक गोळा घेऊन तो जमि-

नीवर पडतो; पण तोच गोळा जमिनीवर आपटला असतां, त्याच्या आंगीं वेग येतो; व वेग असल्यामुळें त्यास चालकत्व प्राप्त होतें; आणि त्याचा जमिनीस अधिक धक्का बसतो. बंदुकींत बारीक वाळू घालून ती लहान पाखरांच्या आंगावर सोडिली असतां, वाळूचें कण लागून तीं पाखरें मरतात पण तेच कण वाऱ्यानें उडून लागल्यास त्या पाखरांस कांहीं होत नांहीं चालकत्व पदार्थाचें वजन व त्याचा वेग ह्यांच्या गुणाकाराच्या प्रमाणानें असतें, म्हणून पदार्थाचा वेग वेग व वजन ह्या दोहोंपैकीं एक जरी वाढलें तरी त्याचें चालकत्व वाढतें. एडके टक्कर खेळतांना धडक मारण्याकरितां आधीं अंमळ मागें सरतात. ते चालकत्व वाढवावयासाठीं तसें करितात. कांडतांना मुसळें उचलून घाव टाकितात, व खणतांना कुदळी, पहारा उचलितात इत्यादि लौकिकांतल्या शेंकडों व्यापारांचें बीज चालकत्व वाढवणें हें होय.

पृथ्वी गुरुत्वाकर्षणाच्या योगानें सर्व पदार्थांस आपल्या मध्याकडे सरळ रेघेनें ओढिते. एकाद्या उंच बुरुजावरून किंवा उंच कड्यावरून खडा टाकिला असतां, तो पहिल्या सेकंदांत जितका पडतो, त्याच्या तिप्पट दुसऱ्या सेकंदांत पडतो, पांचपट तिसऱ्या सेकंदांत पडतो, सातपट चवथ्या सेकंदांत पडतो; आणि ह्याच नियमानें पुढें होतें. तेव्हां ह्यावरून तो एका सेकंदांत जितका पडतो, त्याच्या चौपट दोहोंत पडतो, नऊपट तिहींत पडतो, आणि सोळापट चोहोंत पडतो. तर ह्यावरून एकादा पदार्थ विवक्षित वेळेंत किती पडेल, हें काढावयाचें असल्यास, तो पदार्थ एका सेकंदांत किती हात पडतो तें पहावें; व आलेल्या हातांच्या संख्येस विवक्षित काळांत जितके सेकंद असतील, तितक्या सेकंदांच्या वर्गानें गुणावें, म्हणजे गुणाकार येईल, तितके हात तो पदार्थ पडेल. ह्या रीतीनें बुरुजाची किंवा कड्याची वगैरे उंची व विहिरीची वगैरे खोली काढता येईल. अनुभवावरून असें समजलें आहे, कीं धोंडा एका सेकंदांत १६ फूट आणि एक इंच पडतो; तर तो दोन सेकंदांत ६४ फूट आणि ४ इंच पडेल, तीन सेकंदांत तो फूट १४५

आणि ९ इंच पडेल, आणि ह्याच हिशेबानें पुढें पडेल. उतरणीवरून पदार्थ घरळत खालीं येतो, तो ह्याच नियमानें घरळतो. आतां पहिल्या सेकंदांत घरळण्याचें अंतर मात्र उतरणीच्या तिरपेपणावर असतें.

आतां वरच्याच्या विपरीत. पदार्थ पृथ्वीच्या मध्यापासून जसजसा दूर न्यावा, तसतसें त्या अंतराच्या वर्गाच्या प्रमाणानें त्यावर पृथ्वीचें आकर्षण कमी होतें. उदाहरण, पदार्थ पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ४००० मैल दूर गेला असतां, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर तो जितका तोलत होता, त्याचा $\frac{१}{४}$ तोलेल, ह्मणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर त्याचें वजन एकशेर असलें, तर तेथें तें एक पावशेर भरेल; तसेंच तोच पदार्थ पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ८००० मैलांवर म्हणजे पृथ्वीच्या तीन त्रिज्याइतका लांब नेल्यास तो $\frac{१}{९}$ तोलेल, व तो चंद्राइतका लांब नेला, ह्मणजे पृथ्वीच्या ६० त्रिज्याइतका लांब नेला असतां, तो $\frac{१}{३६००}$ भरेल. आतां विवक्षित पदार्थ पृथ्वीच्या मध्यापासून दूर नेल्यानें त्याचें वजन कमी होतें, हीं गोष्ट साक्षात प्रमाणानें सिद्ध होणें अशक्य आहे; कारण त्या विवक्षित पदार्थाशीं तोलण्याकारितां, जो दुसरा पदार्थ वर न्यावा, तोही दूर गेल्यानें हलका होईल, आणि तें दोन्ही सारखेच भरतील. तेव्हां ही गोष्ट परंपरा प्रमाणानें, ह्मणजे दूरच्या प्रमाणानें सिद्ध केली पाहिजे. तें प्रमाण घड्याळांतल्या लंबकापासून प्राप्त होतें. लंबकास झोंपाळ्यासारखी आंदोलनरूप गति प्राप्त होते, तीस पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षणच केवळ कारण आहे; ह्यास्तव आकर्षण जसजसें कमी तसतसा लंबक मंद मंद हलतो, व तो जसजसा मंद मंद हलतो, तसतसें घड्याळही हळू चालतें. ह्या कारणामुळें लंबक सपाट देशांतल्यापेक्षां उंच पर्वताच्य शिखरावर मंद हलतो. ध्रुवाजवळ जे देश आहेत ते विषुववृत्तावरच्या देशांपेक्षां पृथ्वीच्या मध्यापासून जवळ आहेत, व दोन्ही देशां घड्याळांतला लंबक सारखा लांब ठेविला असतां, विषुववृत्तावरील देशांत घड्याळ हळू चालतें, हीं गोष्ट अनुभवसिद्ध आहे. तेव्हां विषुववृत्तावर ध्रुवाजवळच्या देशांतल्यापेक्षां पदार्थास वजन कमी, असें सिद्ध होतें. लंबकाचे उंच

प्रदेशीं मंद आंदोलन होतें, ही गोष्ट समजल्यावरून न्यूतन नामक जगविख्यात पंडितानें असा तर्क केला कीं पृथ्वी पूर्ण गोलाकृति नसावी, तर ध्रुवाकडे चापट असावी; व पुढें खरोखरच मोजून पाहतां त्याचा तर्क खरा झाला. मोजण्याअंतीं पृथ्वीचा दाक्षिणोत्तर व्यास विषुववृत्ताच्या व्यासापेक्षां २६ मैल कमी भरला.

पदार्थाच्याठायीं असा जो बिंदु असतो, कीं ज्या बिंदूभोंवताल्चे सर्व अवयव एकमेकास तोलून धरितात व ज्या बिंदूस आश्रय दिला म्हणजे सर्व पदार्थास आश्रय दिला जातो; त्या बिंदूस त्या पदार्थाचा गुरुत्व मध्य म्हणतात. उदाहरण, हातांत बुक घ्यावें आणि बोटाच्या शेंड्यावर ठेवून पाहून त्याचें असें स्थल शोधून काढावें कीं त्या स्थलाखालीं बोटाचा आधार दिला असतां, सर्व बुक तोलून राहील मग त्या बुकाचा गुरुत्वमध्य त्या स्थलावर कोठें तरी आहे, असें समजावें. पदार्थ पडतांना गुरुत्वमध्य प्रथमतः खालीं येतो. मुलें खेळतांना चिखलाची गोळी करून तिविर पिसें टोंचितात, आणि ती गोळी वर फेंकितात. ती गोळी पडतांना आधीं गोळी जमिनीस लागते, आणि पिसें तीवर तशींच उभीं राहतात. पिसें कधीं प्रथमतः खालीं येत नाहींत. ह्याचें कारण गुरुत्वमध्य गोळींत असतो. ह्याच कारणावरून तिराचें पुढलें टोंक अधिक जड केलें असतें. गुरुत्वमध्यापासून पृथ्वीपर्यंत जी रेषा होते, तीस पतनरेषा ह्मणतात. पदार्थाची बैठक जसजसी अधिक रुंद असते, तसतसा तो उलथण्यास कठीण पडतो. कांहीं वजनाचा वाटोळा धोंडा, तितक्याच वजनाच्या चौकोनी धोंड्यापेक्षां सहज लोटून देतां येतो. कुस्तीच्या वेळेस पहिलवान पवित्र्यानें उभे राहतात, ह्याचें कारण हें आहे, कीं त्यांचे पाय दूरदूर असले ह्मणजे ते धडाक्यानें पडण्याचा संभव कमी होतो. पदार्थाचा गुरुत्वमध्य जसजसा उंच तसतसा तो. उलथण्यास सोपा. पाण्यानें भरलेला जांब जसा सहज लवंडतो, तशी पंचपात्री लवंडत नाहीं. ह्याचें कारण हेंच, कीं पहिल्याचा गुरुत्वमध्य दुसऱ्याच्यापेक्षां उंच असतो. मनुष्याच्या आंगांत गुरुत्वमध्य अशा ठिकाणी आहे,

क्षीं त्याची पतनरेषा त्याच्या पायांमधून जाते. चतुष्पदांची ही गोष्ट अशीच आहे. कुतरीं, मांजरें इत्यादि जनावरांस मागल्यादोन पायांवर उभें राहतां येत नाहीं, ह्याचें कारण त्यांच्या शरीराचा गुरुत्वमध्य पुढल्या बाजूस असतो. मांजरें व भक्ष्यावर झांप घालणारीं दुसरीं वाघ वगैरे जनावरें ह्यांच्या शरिरांत गुरुत्वमध्य अशा ठिकाणी आहे, कीं ते प्राणी सर्वदा आपल्या पायांवरच पडतात. (सातवी आकृति पहावी.)

भूगोल विद्येंतील कांहीं गोष्टी.

जमीन आणि पाणी—पृथ्वीचा नकशा पुढें घेऊन पाहूं लागलें असतां, त्यावर एक मोठा अफाट सागर दिसतो, व त्यांत दोन मोठालीं व पुष्कळ लहानलहान बेटें दृष्टीस पडतात. वास्तविक पाहिलें असतां, एकच महासागर आहे, व त्यानें पृथ्वीच्या एकंदर पृष्ठभागाचे सुमारें तीन चतुर्थांश व्यापिले आहेत. सर्व समुद्र आखातें, व उपसागर, हीं त्या एका थोरल्या सागराचे भाग असून ते त्यास लागलेले आहेत. असें आहे, तथापि शिकण्याच्या सोईकरितां त्या महासागराचे भाग कल्पितात. ह्या धड्यांत पुढें जे त्याचे भाग केले आहेत, असे भाग करण्याची सामान्य चाल नाहीं खरी, तरी ते स्वाभाविक व सोपे वाटल्यावरून एथें लिहिले आहेत. ते भाग येणेंप्रमाणें. एक **दक्षिणपूर्वपात्र** व एक **पश्चिमपात्र** पहिल्यांत **दक्षिणमहासागर, पासिफिकमहासागर** व **हिंदुमहासागर** इत्यादि हे येतात; व दुसऱ्यांत **जर्मन समुद्र, अत्लांतिकमहासागर** त्याचीं आखातें, उपसागर वगैरे येतात.

पश्चिमपात्राचा आकार मोठा चमत्कारिक आहे. तें दक्षिणोत्तर असून ध्रुवांकडे अरुंद होत गेलें आहे. ह्याच्या दोन्ही किनाऱ्यांस जे जमिनीचे भाग पुढें आले आहेत, व समुद्र आंत गेले आहेत, त्या परस्परांचें चमत्कारिक सादृश आहे. **युरोपाच्या** बाजूकडील **ब्रितन** व त्याच्या शेजारचे किनारे, ह्यांचे व **अमेरिकेच्या** बाजूकडील **न्युफौंदलंद** व त्याच्या शेजारचे किनारे ह्यांशीं पुष्कळ सादृश्य आहे. **स्पेनचें** द्वीपकल्प

हें तिकडल्या **फ्लारिदा** नामक द्वीपकल्पाप्रमाणें आहे. तसेंच इकडे जसा **गिनीचा** किनारा तसा तिकडे **ब्रेजीलचा** किनारा आहे. तसेंच **आफ्रिकेचीं** तीरें **दक्षिण अमेरिकेच्या** तीरांशीं जमतात. इकडे जसे **बाल्तिक समुद्र** व **जर्मन समुद्र**, तसें तिकडे **हदसनचें आखात** व **बाफिनचें आखात** हीं आहेत. तसेंच **भूमध्यसमुद्र** व **मेक्सिकोचें आखात** हीं परस्परांशीं जमतात. आतां **दक्षिणपूर्वेपा विषयीं** एकच गोष्ट सांगावयाची आहे. ती हीं, कीं तें बहुतकरून सर्वत्र पर्वतांच्या रांगेनें वेष्टित आहे, व हे पर्वत समुद्राच्या आंगास फारच चढावाचे आहेत. व जमिनीच्या आंगास उतरत उतरत गेले आहेत. ह्या रांगेस **आफ्रिकेच्या** दक्षिणभागीं जे डोंगर आहेत तेथून प्रारंभ होऊन ती तशीच **बेहरिंगच्या** सामुद्रधुनीपर्यंत लागत गेली आहे; व तेथून **अमेरिकेच्या** उतरभागांत जाऊन तेथून ती **दक्षिण अमेरिकेच्या** दक्षिण टोंकापर्यंत आलीं आहे. ह्या थोरल्या रांगेपासून दुसऱ्या पुष्कळ शाखा निघाल्या आहेत, व जमिनीचा सामान्य कल पाहतां ती पर्वतांच्या ह्या थोरल्या रांगेपासून **पश्चिमपात्राकडे** उतरत उतरत गेली आहे, हें नद्यांच्या गतीवरून चांगलें सिद्ध होतें. निदान **आफ्रिका, अमेरिका** व **युरोप** ह्या तीन खंडांत तर वरची ही गोष्ट अगदीं स्पष्ट आहे.

दोन्ही महाद्वीपांत एक मोठी चमत्कारिक गोष्ट दृष्टीस पडते. ती ही कीं, दोन्ही द्वीपांत जितकीं द्वीपकल्पें आहेत त्या सर्वांचा रोंख दक्षिणेकडे आहे. ह्या सामान्य गोष्टीस अपवाद दोन ठिकाणीं मात्र येतो. **अमेरिकेंत युकतन** व **युरोपांत जत्लंद** ह्यांचीं मात्र टोंकें उत्तरेस गेलीं आहेत; परंतु हीं द्वीपकल्पें मूळचीं नव्हेत, तर तीं समुद्राच्या लाटांनीं गाळ वाहून येऊन त्याचे थरावरथर बसून झालीं आहेत. असो, ह्याप्रमाणें जमिनींच्या टोकांचा रोख दोन्ही महाद्वीपांत एकच दिशेस आहे. तथापि त्यांतल्या जमिनीचा सामान्य पसार निरानिराळ्या दिशेस आहे. नवीन महाद्वीप दक्षिणोत्तर एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत पसरत गेलें

आहे; आणि प्राचीन महाद्वीपाचा पसार पूर्वपश्चिम असा विषुववृत्ताशीं समांतर आहे. तसाच ह्या दोन महाद्वीपांत आणखी एक विशेष आहे. तो असा कीं, त्या प्रत्येकाचा असम विभाग करणाऱ्या ज्या त्यांच्या संयोग भूमी त्या भिन्न द्रव्यांच्या आहेत. प्राचीन महाद्वीपांतली **स्वेज** संयोग भूमी वाळूची आहे. व नवीन महाद्वीपांतली **पनामा** संयोग भूमी कठीण फत्तराची आहे. प्राचीन महाद्वीपांत प्रायः चोहोंकडून समुद्र जमिनींत शिरला आहे. व **बेहरिंगच्या** सामुद्रधुनीपासून **बाबल्‌-मांडेबा**पर्यंत जे उपसागर व आखातें वगैरे आहेत, तीं व **बाबलमांडे-बा**पासून **जिब्राल्टर** पर्यंत जीं आखातें वगैरे आहेत; तीं जशीं काय एकमेकांस तोलितात अशीं आहेत; निदान त्या दोहोंची संख्या तरी बरोबर आहे, ह्यांत संशय नाहीं. आणि सगळ्या **आफ्रिकेंत** एक मात्र आखात आहे. आतां नवीन महाद्वीपांत पाहूं गेलें असतां तेथें असें दिसतें कीं, त्याच्या पश्चिम किनाऱ्यास **कालिफोर्नियाचें** मात्र आखात आहे; परंतु पूर्वकिनाऱ्यास आखातें, उपसागर, मोठमोठ्या नद्यांच्या खाड्या, ह्यांची सारखी रांग लागून गेली आहे.

महासागर—महासागराचे विचारणीय गुण म्हटले ह्मणजे, त्याची खोली, त्यांतल्या एकंदर पाण्याची इयत्ता, त्याच्या गति, त्याची उष्णता, व त्याचा खारटपणा हे होत; व ह्यांचा विचार भूगोलविद्येची पदार्थ विज्ञान संबंधी भूगोलविद्या ह्मणून जी शाखा आहे, त्या शाखेंत असतो. महासागराच्या खोलीविषयीं अझून पक्का सिद्धांत झाला नाहीं. तथापि आजपर्यंत ठाव घेतांना ती १ मैल आणि ६६ फूट ह्यावर भरली नाहीं. तिराजवळ त्याची खोली तिराच्या उंचीच्या प्रमाणानें असते, म्हणजे जेथें किनारा डोंगराळ व उंच असतो, तेथें त्याजवळचा समुद्रही खोल असतो; व जेथें किनारा सखल असतो तेथें समुद्र उथळ असतो. ह्यावरून महासागरांतील एकंदर पाणी किती आहे, हें काढावयास त्याची मध्यम खोली कल्पिली पाहिजे. आतां सर्व खोली सरसकट दोन मैल जर धरिली, तर त्यांतलें समळें पाणी २९,६००००० (एकुणतीस

कोट साठ लक्ष) घन मैल भरेल. आतां पाण्याच्या ह्या इयत्तेची विशेष स्पष्ट कल्पना व्हावी असल्यास असें समजावें कीं, हें सर्व पाणी पृथ्वीच्या सर्व पृष्ठ भागावर सारखें पसरिल्यास तें सर्वत्र ८००० फुटांपेक्षां जास्त खोल होईल व त्या सर्व पाण्याचा गोल केल्यास त्या गोलाचा व्यास ८०० मैलांपेक्षां अधिक होईल.

महासागरास गति तीन आहेत. लाटांची खळखळ ही पहिली गति. ही वाऱ्यानें उत्पन्न होते, व ही गति अगदीं वरच्या पाण्यास मात्र असते. हल्लीं असें पक्कें समजलें आहे, कीं महासागराच्या सर्व पृष्ठभागावर तेल पसरिलें असतां, त्याच्या सर्व लाटा नाहींतशा होऊन तो अगदीं सपाट होईल. त्याची दुसरी गति म्हटली म्हणजे, त्याचें सर्व पाणी सर्वकाळ पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जावयास करतें. ही गति ध्रुवांजवळच्या प्रदेशांपेक्षां विषुववृत्तापाशीं अधिक जोराची आहे. अमेरिका खंडाच्या पश्चिम तिराशीं ह्या गतीस आरंभ होतो. तेथें ती नेमस्त असते; पण तेथून पाणी पुढें जाऊं लागलें म्हणजे ती गति वर्धमान होते. नंतर तें पाणी भूगोलास प्रदक्षिणा करून परततें, आणि मोठ्या जोरानें जाऊन अमेरिका खंडाच्या पूर्व तीरावर आदळतें. मग तें महाद्वीपाच्या प्रतिबंधानें पुढें जावयाचें थांबून मोठ्या वेगानें मेक्सिकोच्या आखातांत शिरतें; आणि तेथून उत्तरअमेरिकेच्या किनाऱ्यानें न्युफौंलांदच्या थोरल्या किनाऱ्यापर्यंत वाहत जाऊन तेथें परततें, तें त्रिनिदाद, कूबा वगैरे पश्चिम बेटांच्या मधून वाहतें. पृथ्वीस आपल्या अक्षा भोंवतीं पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जी दैनंदिन गति आहे, त्या गतीपासून महासागराचे पाण्याचे ठायीं ही विपरीत गति आली असावी, असें वाटतें. महासागराच्या आंगची तिसरी गति म्हटली म्हणजे त्याची भरती. ही भरती १२$\frac{१}{२}$ तासांनीं नियमानें चढते. चंद्राचें आकर्षण व अंशतः सूर्याचें आकर्षण ह्यांपासून समुद्रास भरती ओहोटी होते, हें स्पष्ट सिद्ध झालें आहे. भूगोलावर सर्वदां एक काळीं दोन ठिकाणीं भरती व दोन ठिकाणीं ओहटी अशीं असतात व हीं ठिकाणें परस्परांसमोर म्हण-

जे एकमेकांपासून १८० अंशाच्या अंतरावर असतात. जसें आपणास जेव्हां भरती असते, तेव्हा आपणासमोर पृथ्वीच्या दुसऱ्या बाजूस जे लोक आहेत, त्यास भरती असते. जेव्हां पृथ्वीवर चंद्राचें आणि सूर्याचें आकर्षण हीं एकच दिशेस असतात, किंवा समोरासमोर असतात, तेव्हां म्हणजे अमावास्येस किंवा पौर्णिमेस, समुद्रास अत्यंत मोठी भरती येते; तीस उधाण म्हणतात; व दोन आकर्षणें जेव्हां एकमेकाशीं काटकोनांत असतात तेव्हां म्हणजे शुद्ध अष्टमीस किंवा वद्य अष्टमीस समुद्रास अत्यंत कमी भरती येते; तीस भांगाचें पाणी म्हणात.

जमिनीपेक्षां पाण्यांत उष्णतावाहक शक्ति कमी आहे, ह्यामुळें अधिक उष्ण, कमी उष्ण असे प्रकार जमिनींत जितके असतात, तितके पाण्यांत असत नाहींत. जमिनीप्रमाणें तें उन्हाळ्यांत तापत नाहीं; व ती प्रमाणें हिवाळ्यांत गार ही होत नाहीं; कारण उन्हाळ्यांत वरचें पाणी विशेष तापलें म्हणजे त्याची वाफ होऊन ती निघून जाते, व हिवाळ्यांत तें विशेष गार झालें असतां, खालच्या पाण्यांपेक्षां त्याचें विशिष्ट गुरुत्व वाढून तें खालीं जातें, आणि असें झाल्यानें समुद्राच्या आंगच्या उष्णतेंत फारसा फेरफार होत नाहीं.

खारटपणा हा समुद्राच्या पाण्याचा एक मुख्य व असाधारण गुण आहे, व हा त्या पाण्यांत खारट पदार्थ पुष्कळ असल्यामुळें आला आहे. समुद्राच्या पाण्यांत क्षारांश २$\frac{१}{४}$ पासून २$\frac{१}{८}$ पर्यंत सांपडतो. किनाऱ्यापासून व मोठमोठ्या नद्यांच्या प्रवाहापासून दूर अंतरावरचें समुद्राचें पाणी फार खारट असतें. ह्या खारटपणाचें कारण सांगण्यापेक्षां त्यापासून झालेले फायदे सांगावयाचें पुष्कळ सोपें आहे. समुद्राच्या आंगीं खारटपणा जर नसता, व त्यास जो सर्वकाळ खळखळाट आहे तो नसता तर त्याचें पाणी नासून जातें, व त्यांत गलबतें फिरण्याची आता सोय आहे, ती पराकाष्टेची कमी झाली असती. तसेंच त्यांत लक्षावधि जीव आहेत ते वांचण्यास देखील हे त्याचे वरचे दोन गुण बहुतकरून कारण आहेत, असें वाटतें.

३ पर्वत—पृथ्वीवरच्या सर्व पर्वतांत उंच हिमालय पर्वत होय. हा पर्वत हिंदुस्थानाच्या उत्तरेस आहे. ह्या पर्वताचें अत्यंत उंच जे शिखर आहे त्याची लंबोची सुमारें २८०७४ फूट म्हणजे ५$\frac{१}{३}$ मैल ह्यांच्या जवळ जवळ आहे, व हें शिखर सुमारें २३० मैल अंतरावरून दिसतें. हिमालयाच्या खालोखाल आंदीज पर्वत आहे. हा पर्वत दक्षिणअमेरिकेंत आहे, व हा किता नामक प्रांतापासून मागेलानच्या सामुद्रधुनीपर्यंत सुमारें ४००० मैलांपेक्षां अधिक प्रदेशावर दक्षिणोत्तर पसरला आहे. आंदीज पर्वताच्या शिखरांमध्यें सोराता म्हणून पेरुनामक देशांत, जें शिखर आहे, तें मनस्वी उंच आहे. त्याची उंची समुद्राच्या सपाटीपासून २५४०० फुट म्हणजे ४$\frac{४}{५}$ मैल आहे, असें म्हणतात. एशियाखंडांत अत्यंत उंच पर्वत म्हटले म्हणजे हिमालयपर्वत, तारसपर्वत, इमासपर्वत, काकेससपर्वत, आरारातपर्वत, युरोसियनपर्वत, अल्टैनपर्वत, आणि जपानचेपर्वत हे होत. युरोपखंडांतले अत्यंत उंच पर्वत म्हटले म्हणजे, आलपपर्वत, जो स्विस्तर्लंद देशांत व इताली देशांच्या उत्तरप्रांतांत आहे तो; स्पेनदेश व फ्रान्स ह्यांच्या मधला पिरनीसपर्वत व नार्वेदेश व स्वीदनदेश ह्यांच्या मधला दोब्रफील्दपर्वत हे होत. अफ्रिकाखंडांतले अत्यंत उंच पर्वत म्हटले म्हणजे अत्लसपर्वत, चंद्रपर्वत, व फर्नांदोपो बेटाच्या समोरचा पर्वत हे होत. हे जे सर्व पर्वत सांगितले हे एकेकच उंच डोंगर नाहींत तर लांबलांब डोंगरांच्या रांगा आहेत. ह्या रांगातल्या कितीएक डोंगरांच्या माथ्यावर मोठमोठया गुहा म्हणजे भोंकें आहेत. त्यांपैकीं कितीएकांचे घेर दोन मैलांपेक्षां अधिक आहेत, व तीं पराकाष्ठेची खोल असून जमिनीत गेली आहेत. ह्या भोंकांतून वारंवार ज्वाळांचे व धुराचे मोठाले कल्लोळ निघून खूप उंच जातात; वितळलेल्या धातूंच्या नद्या वाहतात, व कधीं कधीं लाल झालेले मोठमोठे धोंडे जोरानें निघून कितीएक कोस अंतरावर जाऊन पडतात, आणि तेणेंकरून आसपासच्या पराकाष्ठेचा खराबा होतो असल्या डोंगरास ज्वलत्पर्वत म्हणतात.

ह्यांतून वर सांगितल्याप्रमाणें ज्वाला वगैरे निघूं लागल्या असतां मोठयानें मेघगर्जना होते; विजा चमकतात; अंधार पडतो; व जमिनीच्या पोटांतून मोठे भयंकर शब्द ऐकूं येऊं लागतात. **युरोप** खंडांत ह्या प्रकारचे प्रसिद्ध ज्वलत्पर्वत म्हटले म्हणजे **ऐस्लंदातला हेक्ला** पर्वत **सिसलींतला एत्ना**पर्वत, **इताली** देशांतला **नेपल्स** शहराजवळचा **वेसुवियस**पर्वत, हे होत. भूगोल विद्येच्या ग्रंथांवरून असें समजतें. कीं पृथ्वीवर ज्वलत्पर्वताच्या दोन मोठ्या रांगा आहेत. एक रांग **चिली** देशापासून **मेक्सिको** देशाच्या उत्तरभागापर्यंत गेली आहे; व दुसरी **आलास्काच्या** द्वीपकल्पापासून **अल्युशन** बेटें, **जपानचीं** बेटें **फिलिपैन** बेटें, ह्यांतून **हिंदुस्थान**च्या आग्नेयी दिशेकडल्या **सुमात्रा, जावा,** वगैरे बेटांपर्यंत येऊन पोंचली आहे. ह्या दोन रांगांशिवाय **एशिया, अमेरिका** व **आफ्रिकेची** बेटें ह्यांत चार, पांचांचे, पांच साहांचे, असे ज्वलत्पर्वतांचे लहान लहान समुदाय कित्तीएक आहेत; व एकएकटें ज्वलत्पर्वत ही पुष्कळ आहेत. सगळ्या पृथ्वीवर एकंदर २०० चालू ज्वलत्पर्वत्त आहेत, असें ह्मणतात.

(आठवी आकृति पहावी)

पर्वतांपासून सृष्टींत अनेक प्रकारचीं कार्यें होतात. ते आपल्या उंच उंच शिखरांच्या योगानें अंतरालांतल्या मेघांचें आकर्षण करितात; तेणेंकरून भोंवतालच्या प्रदेशीं पाऊस पडतो; व त्यांच्या पोटांत मोठाल्या पोकळ जागा असतात, त्यांत त्यांवर पडलेल्या पावसाचें व धुक्याचें पाणी सांचून त्यांपासून झरे व नद्या वाहूं लागतात; आणि तेणेंकरून मनुष्यास प्यावयास, व शेतास व बागास घालावयास, पाणी होतें. पर्वतांच्या पोटांत धातूंच्या व दगडांच्या व दुसऱ्या उपयुक्त पदार्थांच्या खाणी असतात; व मनुष्यें हे पदार्थ त्यांतून काढून कलेच्या योगानें त्यांचे हजारों प्रकारें संसारांत उपयोगीं पडणारे पदार्थ करितात. पर्वतांवर अनेक प्रकारचे वृक्ष व औषधी उत्पन्न होतात. तसेंच मनुष्यांस उपयोगीं पडणाऱ्या अनेक जनावरांचें त्यांवर पोषण होतें; व त्यांस

आश्रय मिळतो. पर्वतांच्या योगानें देशांत उष्ण, समधात, व थंड अशी अनेक प्रकारची हवा उत्पन्न होते. त्यांच्या योगानें पृथ्वीस किती एक ठिकाणीं फार शोभा आली आहे. ह्या सर्व गोष्टी एकंदर करून पाहतां, असें अनुमान होतें, कीं डोंगर हे पृथ्वीवर उगीच वेड्या वांकड्या टेंगळांसारखे आहेत, असें जें कांहीं अज्ञान लोकांस वाटतें, तें खोटें आहे; तर ते (डोंगर) ह्या सृष्टीच्या रचनेंत अत्यंत अवश्यक आहेत, व ते आपल्या ह्या पृथ्वीवरच आहेत, असें नाहीं; तर ज्या ज्या गोलावर प्राणी रहात असतील, त्या त्या गोलाच्या रचनेंत ते अवश्य असलेच पाहिजेत, असा तर्क होतो.

सजीवपदार्थविषयक विद्या—झाडें.

सजीव पदार्थांच्या निरानिराळ्या अवयवांचें व त्यांच्या व्यापारांचें वगैरे ज्या शास्त्रांत विवेचन केलें आहे, त्या शास्त्रास सजीवपदार्थविषयक विद्या असें म्हणावें. सजीव पदार्थांचे मुख्य वर्ग दोन आहेत पहिला वर्ग झाडांचा म्हणजे उद्भिजांचा, आणि दुसरा वर्ग प्राण्यांचा. विषयाच्या अशा विभागामुळें तद्विषयक शास्त्राचेंही दोन भाग झाले आहेत. एका भागांत झाडांचा म्हणअे उद्भिजांचा विचार आहे; व दुसऱ्यांत प्राण्यांचा विचार आहे. ह्या दोन भागांपैकीं पहिल्या भागांतल्या म्हणजे झाडांविषयींच्या, कांहीं मुख्य मुख्य व सोप्या अशा गोष्टी ह्या धड्यांत सांगतों.

झाडें एकेकटीं पहा, किंवा बागांत किंवा रानांत त्यांचा समुदाय पहा. कशींही पाहिलीं तरी, तीं पाहिल्यानें सर्वांस चमत्कार वाटतो. त्यांच्या आकारांचें सौंदर्य, त्यांच्या रंगांचा नाजुकपणा, मिलाफ व शोभा, ह्यांपासून फांकणारा सुगंध; डोळे गार करणारा त्यांचा हिरवेपणा, व त्यांची शीतलछाया, या गोष्टींच्या अनुभवानें आपणांस फार सुख होतें. ह्यांखेरीज त्यांपासून आपणांस वस्त्रें करण्याचीं, खाण्याचीं, व घरें बांधण्याचीं कापूस, ताग, धान्य व फळें आणि लांकडें इत्यादि द्रव्यें प्राप्त होतात. ह्या गोष्टींचा विचार करून पाहतां, झाडें

हीं आपल्या सुखास किंबहुना आपल्या वांचण्यास कारण आहेत, असें म्हटलें पाहिजे; व त्यांची एकंदर अवयवरचना, व त्या अवयवांचे भिन्न भिन्न व्यापार, ह्यांचें मनन केल्यानें आपली बुद्धि वाढून, जीवनतत्वाचा **आदिकारण** जो **परमेश्वर,** त्याकडे आपलें लक्ष्य पोंचतें, आणि त्याचें चातुर्य व कृपाळूपणा पाहून मनांत मोठा चमत्कार व भक्तिरस हीं उत्पन्न होतात.

झाडांस प्राण्याप्रमाणें ऐच्छिक गति व ज्ञान हीं नाहींत, व त्यांस त्यांप्रमाणें पक्वाशयही नाहीं; तथापि जीवनोपयोगी व्यापार, व ते व्यापार करणारे अवयव हे दोहोंमध्यें समान आहेत. प्राण्यांच्या जीवनास अवश्यक जे अवयव त्यांचें रक्षण होण्याकरितां व त्यांस आधार येण्याकरितां त्यांच्या शरीरांत जसा हाडांचा सांगाडा असतो, तसें ह्याच प्रयोजनाकरितां झाडास बुंध व खांद्या असतात. झाडें वाढण्यास पोषकरस पाहिजेत. ते मुळें जमिनींतून शोषून घेतात; ह्याप्रमाणें मुळें व जमीन हीं मिळून पक्वाशयाचें काम करितात. प्राण्याच्या शरीरांत जसें रक्त खेळत असतें, तसा वनस्पतींच्या शरिरांत एक प्रकारचा रस खेळत असतो, त्यास वनस्पतिशोणित असें नांव दिलें असतां चालेल. हा रस म्हटला म्हणजे पाणी असून त्यांत क्षारगुणक, शर्करागुणक व चिकट, असे पदार्थ द्रवरूपानें असतात. प्राण्याच्या आंगांत फुप्पुसांनीं जें काम होतें, तें काम पानें करितात. त्यांमधून वनस्पतिशोणित जात असतां, त्याचा व प्रकाश व वायु ह्यांचा संबंध होऊन त्यावर कांहींएक रसायन व्यापार घडून, त्यांचे ठायीं झाडांचें पोषण करण्याची पूर्ण योग्यता येते.

वनस्पतिशोणिताचें अभिसरण—झाडाचें पोषण करणारे जे रस त्यांचें मुळांनीं शोषण केल्यावर त्यांचें वनस्पतिशोणित होतें, आणि तें नव्या लांकडांतून एक प्रकारच्या वाहिन्यांनीं पानांत जातें. प्रत्येक पानांत वनस्पतिशोणित आणणाऱ्या वाहिन्यांच्या शाखा निरनिराळ्या असतात; व त्या शाखा त्या त्या पानांच्या खालीं कांहीं इंच मुख्य वाहिन्यांस फुटलेल्या असतात. प्राण्यांच्या शरिरांत जशा शुद्ध रक्तवाहिनी धमनी आहेत तशा झाडांत वर सांगितलेल्या वाहिन्या होत; किंवा बरोबर म्हटलें

असतां ह्या वाहिन्या, पक्काशय, अन्नरसवाहिन्या, व धमनी, ह्या तीहींच्या जागीं आहेत. ह्यांचा आरंभ मुळांच्या अग्रापाशीं होतो, व त्यांत जमिनींतले रस शिरून ते मुळांतून जाऊं लागले असतां, तेथें त्या रसांवर पचनासारखा कांहीं व्यापार घडतो, असें अनुमान होतें, कारण मुळांतल्या रसांत व झाडाच्या इतरभागांच्या रसांत बहुतकरून फार भेद असतो.

वनस्पतिशोणिताचा कांहीं भाग फुलें व फळें ह्यांत जातो, तरी त्याचा पुष्कळ भाग म्हटला म्हणजे तो पानांत जातो. वनस्पतिशोणित पानांत गेलें म्हणजे, तेथें त्याचा प्रकाश वायु, व ओलावा ह्यांचा संबंध होऊन, त्याचेठायीं नवीन गुण उत्पन्न होतात, आणि तेणेंकरून तें अनेक प्रकारचे वृक्षमल उत्पन्न करण्यास योग्य होतें; व त्याचा कांहीं जास्त अंश असल्यास तो घामाच्या रूपानें निघून जातो. हे वृक्षमल पानांचे ठायीं विशेष रुचि व दुसरे गुण उत्पन्न करितात, इतकेंच नाहीं; तर ते दुसऱ्या वाहिन्यांनीं सालीच्या नव्या थरांत उतरून तिचें पोषण करून तीस पुर्णावस्थेस आणितात, तेणेंकरून त्या सालीस पुढल्या वर्षास नवे लांकूड उत्पन्न करण्याची शक्ति येते. असा तर्क करितात, कीं पानांतून परत येणाऱ्या वाहिन्यांपैकीं कांहीं वाहिन्या वर सांगितलेलें काम करितात; व कांहीं वाहिन्या सालींत उत्पन्न होऊन तेथें पुर्णावस्थेस येणारे जे राळ, डीक, चीक इत्यादी रस, त्यांचें पृथक्करण करितात.

वर लिहिलें आहे, कीं वनस्पतिशोणिताचा कांहीं अंश फुलांत व फळांत जातो; परंतु फुलांत किंवा फळांत किंवा डेखांत गेलेलें वनस्पतिशोणित, पानांतल्याप्रमाणें त्यांच्या खालच्या फांद्यांच्या पोषणार्थ किंवा दुसऱ्या कोणत्याहीं कार्यार्थ परत येत नाहीं. हें निःसंशय आहे, कीं फुलांच्या कांहीं भागीं पानांतल्याप्रमाणें त्या वनस्पतिशोणितास प्रकाशाचा व वायूचा संबंध होउन तें विशेष शुद्ध होतें; परंतु तें फुलें व फळें ह्यांच्याच केवळ उपयोगीं पडतें, झाडाच्या दुसऱ्या कोणत्याही भागाच्या उपयोगीं पडत नाहीं. त्यापासून उत्पन्न होणारे वृक्षमलही तेथेंच राहतात

व ते पुर्णावस्थेस आले म्हणजे, फळांत वनस्पतिशोणित नेणाऱ्या वाहिन्यांच्या शाखा त्यापासून तुटून त्यांत तें वनस्पतिशोणित जावयाचें बंद होतें, आणि पक्क झालेलें फळ व कधीं कधीं त्याबरोबर त्याचें देख हीं झाडापासून गळून खालीं पडतात.

झाडांच्या आंगांत निरनिराळे वृक्षमल कसकसें उत्पन्न होतात, ह्याचें सामान्य ज्ञान वरच्या उपपादनावरून होतें; पण आपण असा जर विचार करूं लागलों, कीं निरनिराळया झाडांत निरनिराळया गुणांचे वृक्षमल कसे उत्पन्न होतात? जसें, एका जमिनींत व एकाच वातावरणप्रदेशांत आंब्याचें झाड व कुचल्याचें झाड हीं उत्पन्न झालीं असतां, एकाच्या फळांत पोषकरस उत्पन्न होतो, व दुसऱ्याच्या फळात मारक विष उत्पन्न होतें असें कां? तसेंच एकाच स्थळीं चिंच, अंजीर. वाघाटी, व मिरची, हीं चार झाडें वाढलीं असतां एकाची फळें आंबट, दुसऱ्याचीं गोड, तिसऱ्याचीं कडू, व चवथ्याचीं तिखट, असें रुचिवैचित्र कशानें होतें? व त्याच ठिकाणीं उत्पन्न झालेल्या चंदनास व मोतियास सुगंध कां? व सतापास घाण कां? इत्यादि विचार करूं लागलें असतां, हा सर्व भेद मुख्यत्वें पानांत फुलांत व फळांत उत्पन्न होतो, असें म्हटलें पाहिजे; परंतु पानें वगैरे वृक्षेंद्रियांची रचना दिसण्यांत साधी दिसते; तर असल्या साध्या व लहान पदार्थांत एवढे भेद उत्पन्न करण्याच्या चमत्कारिक शक्ति कशा असतील, हें आपणास अगदीं मनांत सुद्धा आणितां येत नाहीं. हें सर्व गुणवैचित्र केवळ जीवनत्वाचा प्रभाव आहे असें म्हटलें पाहिजे; परंतु तें कसकसें होतें, ह्याचें अद्यापि आपणास स्पष्ट विवरण कारितां येत नाहीं. हें खरें आहे. कीं हीं सर्व कार्यें कांहीं पदार्थांचा रसायन रीतीनें संयोग झाल्यानें व काहींचें त्याचप्रकारें पृथक्करण झाल्यानें होतात; परंतु ही सामान्य समजूत झाली. तो संयोग व पृथक्करणही कशीं होतात, ह्या विशेष गोष्टींचा विचार करूं लागलें म्हणजे पुढें अंधार होतो; हा अंधार घालवण्याविषयीं मोठमोठया विद्वान लोकांचे बहुतकाळ यत्न चालले आहेत; परंतु त्या प्रयत्नांस अद्यापि अगदीं यश

आलें नाहीं. असो, ह्यावरून मनुष्याची बुद्धि किती दुर्बल आहे असें मनांत आणून सर्वांनीं गर्वाचा त्याग करावा.

पानें—पानें हीं सूक्ष्म तंतू जाळ्यासारखे एकमेकांत गुंतून त्याचीं झालीं असतात. ह्यांच्या योगानें झाडांस शोभा प्राप्त होते, इतकेंच नाहीं; तर त्यांच्या जीवनास वगैरे अवश्यक असे कांहीं व्यापार तीं करितात. वृक्षभेदेंकरून पानांचे आकार निरनिराळे असतात, व तीं लहान मोठीं असतात हें सर्वांस ठाऊकच आहे. कांहीं झाडांचीं पानें इतकीं लहान असतात, कीं तीं सूक्ष्मदर्शक यंत्रावांचून नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतच नाहींत, व ताड, केळी, वगैरे झाडांचीं पानें इतकीं मोठीं असतात, कीं त्यांचा घेर पंधरा किंवा वीस हात सुद्धां भरतो. त्यांचे झाडांवरून गळण्याचे काळहीं भिन्न भिन्न आहेत. कांहीं उन्हाळ्यांत गळतात; कांहीं पावसाळ्यांत गळतात; कांहीं हिवाळ्यांत गळतात व कांहीं पानें कांहीं वर्षें सुद्धां टिकतात. झाडांस त्यांपासून काय उपयोग होतो, हें अर्वाचीनकाळीं चांगलें समजलें आहे. तो उपयोग हाच, कीं प्राण्यांच्या शरिरांत फुफुसें जें काम करितात, तें काम वनस्पतींच्या शरिरांत पानें करितात. वनस्पतिशोणित एका प्रकारच्या वाहिन्यांवाटे वर चढून त्यांत पसरतें, व तेथें त्याशीं तेजाचा व वायूचा संबंध होतो, व त्यांतला ज्यास्त द्रवांश स्वेदरूपानें निघून जातो. तेजाच्या वगैरे संयोगानें त्या वनस्पतिशोणितावर कांहीं रसायन व्यापार होऊन त्याचे गुण बदलून तें दुसऱ्या प्रकारच्या वाहिन्यांच्या मार्गानें खालीं उतरून झाडाच्या नव्या सालीच्या छिद्रांत जाऊन त्यापासून अनेक प्रकारचे वृक्षमल उत्पन्न होतात. ते वृक्षमल बुंधाच्या व मुळाच्या पोषणास वगैरे अवश्यक असतात.

पानें वातावरणांतला पुष्कळ द्रवांश शोषून घेतात, व आपल्या आंगचा त्यांत पुष्कळ टाकितात. कांहीं ठिकाणीं हे व्यापार घडतांना समजतात, परंतु सामान्य नियम म्हटला ह्मणजे ते समजुतीस येत नाहींत. झाडाची फांदी मोडिली आणि मोडल्याजागीं तींस मेण लावून तें

शुष्क हवेंत नेली असतां, ती लवकर सुकते, पण तीच फांदी तेथून उचलून जेथें हवेंत द्रवांश असतो, अशा ठिकाणीं नेली असतां ती पुन्हा टवटवीत होते. ह्यावरून पानें हवेंतला द्रव शोषितात, व हवा त्यांतला द्रव शोषिते, असें सिद्ध होते. तसेंच हें सर्वांस माहीत आहे, कीं ज्या दिवशीं ऊन फार पडलें असतें, व हवा रुक्ष असते, त्या दिवशीं झाडें कोमेजून जातात; व ज्या दिवशीं हवा ओलसर असते, त्या दिवशीं तीं टवटवीत दिसतात. सूर्यकमल ह्मणून एक झाड आहे, त्यास मोठालीं पिंवळीं फुलें येत असतात; त्या झाडांतून १२ तासांत १ पौंड व १४ औंस ह्मणजे पाऊणशेर घाम निघतो. तसेंच विलायती एक झाड आहे, त्यास इंग्रजींत कार्नेलियन चेरी ह्मणतात. त्याचा तर फार चमत्कार आहे. त्यांतून २४ तासांत एकंदर झाडाच्या दुप्पट वजनाचा घाम निघतो. असो; पानांवर प्रकाशाचा जो व्यापार घडतो, तोही मोठा चमत्कारिक व सांगण्यासारिखा आहे. हल्लीं असें समजलें आहे, कीं पानांचा रंग हिरवा जो असतो, तो तेजाच्यायोगानें होतो. सावलींत जर नेहमीं झाड ठेविलें, तर त्याच्या पानांचा रंग नियमानें पिकुटल्यासारिखा पांढरा होतो. तसाच प्रकाशाचा हा एक चमत्कारिक गुण आहे, कीं तो पानांच्या वरच्या बाजूस हितावह आहे खरा; परंतु त्यांच्या खालच्या बाजूस तो उपद्रव करितो. तसेंच झाडें पाहण्याचा ज्यास प्रसंग आहे त्याच्या पाहण्यांत ही गोष्ट आली असेल, कीं झाडांचीं पानेंच केवळ प्रकाशाकडे वळतात. असें नाहीं, तर त्याच्या फांद्यांसुद्धां तिकडे वळतात. सूर्याच्या झाडाचीं व कितीएक दुसऱ्या झाडांचीं फुलें, सूर्य जसजसा फिरतो, तसतशीं फिरतात. ह्यावरून पानांप्रमाणें फुलांशीं तेजाचा संबंध आहे, असें सिद्ध होते. परंतु पानांविषयीं अत्यंत चमत्कारिक गोष्ट म्हटली, म्हणजे पानें व वातावरण ह्यांचा परस्परांवर जो रसायन व्यापार होतो तो होय. त्यासारखी चमत्कारिक गोष्ट दुसरी कोणतीही नाहीं. ह्याच रसायनव्यापारास झाडांचा श्वासोच्छास असें म्हणतात. ही गोष्ट प्रथमतः डाकतर प्रीस्टलि ह्मणून एक मोठा पंडित होता. त्याच्या लक्षांत

झाली; व त्याशसून पुढें सर्वांस समजली. तो व्यापार असा, कीं पानांवर सूर्याचे किरण लंबरूप पडले असतां तीं, कार्बानिक आसिदनामक एक वायूरूप पदार्थ वातावरणांत असतो, तो त्यांतून शोषून घेतात; व त्याबदल आपल्या आंगांतून आक्सिजन वायु त्यांत टाकितात, आणि काळोखांत तीं असलीं म्हणजे विपरीत व्यापार घडतो. तो असा कीं, तीं वातावरणांतला आक्सिजन वायु शोषितात, व कार्बानिक आसिद बाहेर टाकितात. ह्यास्तव दिवसास झाडांच्यायोगानें हवा चांगली होते, व रात्रीची खराब होते.

बीज—पुढें नवीन झाडें उत्पन्न होण्यास कारण बीज होय; व फुलाचे जे अनेक अवयव असतात, त्या सर्वांचा चरम उद्देश बीजच होय. बीजांत पुष्कळ अवयव असतात; परंतु त्या सर्वांत प्रधान अवयव अंकुर म्हणजे मोड होय. ह्या अंकुरापासून नवीन झाडाची सजीव अवयवरचना उत्पन्न होते. बीजास दोन दलें, म्हणजे डाळिंब्या असतात; व त्या डाळिंब्या अंकुरास चिटकलेल्या असतात; किंवा बरोबर म्हटलें तर त्या डाळिंब्या अंकुराचाच भाग होत. ह्या बहुतकरून दोन असतात; व बीज जमिनींत चांगलें रुजलें ह्मणजे त्या पानांच्या रूपानें जमिनींतून वर येतात. बीजास एक बिंदु असतो. त्या बिंदूशीं बीजाचा व त्याच्या वरच्या सालीचा संबंध झाला असतो, व बीजाचे आंतले भाग वाढण्याकारितां जो रस येतो तो ह्या बिंदूतून येतो; ह्या बिंदूस कधीं कधीं डोळा ह्मणतात. तसेंच बीज रुजूं लागलें असतां, आरंभीं त्या बिंदूतून मूळ निघतें.

झाडांस अनेक अवयव आहेत; परंतु त्या सर्व अवयवांमध्यें बीजरूप अवयवांत परमेश्वराच्या कृतीचीं जितकीं चमत्कारिक व सबल प्रमाणें दृष्टीस पडतात, तितकीं दुसऱ्या कोणत्याही अवयवांत दिसत नाहींत. हा अवयव करितांना त्यानें जें चातुर्य खरचलें आहे तें कांहीं अद्भुत आहे, असें वाटतें. बीजाच्या उत्पत्तीस कारण जे पुष्पाचे अनेक अवयव आहेत त्यांचें पोषण व रक्षण होण्याकरितां जे प्रकार योजिले आहेत, ते

सोडून, तसेंच साक्षात् बीजच पूर्णावस्थेस आणण्याकरितां ज्या तजविजी केल्या आहेत, त्या एकीकडे ठेवून, बीज परिपक्व झाल्यावर पुढें त्याचें संरक्षण होण्याकरितां जे प्रकार योजले आहेत, तेवढेंच जरी पाहिलें, तरी त्यांत पराकाष्ठेचें कौशल्य दिसून येतें. कधीं कधीं बीजा भोंवती खूप चिवट वेष्टनें घट्ट गुंडाळिलेलीं असतात; ह्यास उदाहरण सुपारीचें. कधीं-कधीं कठीण कवचींत तें घालून त्या भोंवताला गीर असतो; ह्यास उदाहरण आंबा. कधीं कधीं सालीच्या पात्रांत चिकट रस भरून त्यांत तें बुडवून ठेविलें असतें; ह्यास उदाहरण द्राक्ष. कधीं कधीं चिवट गिरांत तें बसविलें असतें; जसें खजुरांतलें बीं. कधीं कधीं मऊ गिरांत गाडलेलें असतें; जसें पेरूचें बीं. ह्याप्रमाणें फळांच्या जाती अनेक आहेत. आतां धान्यें, गवतांच्या जाति, वेली, झुडपें, वृक्ष, इत्यादि सर्वांतल्या बीजाधाराचें प्रकार पाहूं लागलें तर त्यांची गणनासुद्धां व्हावयाची कठीण. घेवडा वगैरे कांहीं वनस्पतींचें बीज, ज्यांत पाणी शिरावयाचें नाहीं, अशा घट्ट द्रव्याच्या शेंगा करून त्या आंतून मऊ पदार्थानें मढवून, त्यांत ओळीनें मांडून ठेविलें असतें. कापशीचें वगैरे बीज बोंडांत मऊ पदार्थ गच्च भरून त्यांत तें ठेविलें असतें. सराटे वगैरेच्या बीजावरून कांटे असतात. कांहीं झाडांचें बीज पानांस बसविलेलें असतें; व धान्याचें बीज फोलांत घालून देठा भोंवतीं लाविलेलें असतें; असे त्यांचे अनंत प्रकार आहेत.

आतां हीं बीजें चोंहींकडे पसरण्याकरितां जे उपाय योजिले आहेत, ते ही अनेक व चमत्कारिक आहेत. कांहीं झाडांच्या व वेलींच्या शेंगा व बोंडें पिकून वाळली ह्मणजे तीं उकलून त्यांतील बीं खालीं पडतें. रुई व देवदार ह्यांचीं फळें उकलून त्यांतल्या बिया, त्यांस कापसासारखा पदार्थ चिकटला असतो, त्याच्या योगानें उडून जशी वाऱ्यानें दूरदूर पडतात तसेंच पोरें म्हाताऱ्या उडवितात व गवतांचीं कुत्रीं एकमेकांच्या चिरगुटास चिकटवितात, आणि तेणेंकरून त्या म्हाताऱ्यांचें व कुत्र्याचें बीं दूरदूर स्थळीं जाऊन पडतें. गिराचीं कांहीं फळें पशु, पक्षी, खातात, व

त्यांचें बीज बारीक व कठीण असल्यामुळें त्यांचे पोटांत त्याचें पचन न होतां, तें विष्टारूपानें दूरदूर अंतरावर जाऊन पडतें, व तशा अवस्थेंत तें रुजतें. पांखरें किंवा जनावरें किंवा किडे कांहीं बीजें घेऊन दूर नेतात, किंवा पुढें उपयोगीं पडण्याकरितां पुरून ठेवितात, आणि त्यांपैकीं कांहीं खाऊन कांहीं तशींच विसरतात; तेणेंकरून तीं त्यात्या ठिकाणीं उगवतात; कांहीं झाडें वगैरे नद्यांच्या व समुद्राच्या काठीं उगवतात, व त्यांचीं फळें पाण्यांत पडून लांब लांब वाहत जातात.

अंकुरोद्भव—अंकुर उत्पन्न होतो कसा व वाढतो कसा, ह्याविषयाचें निरूपण करण्याकरितां घेवड्याच्या बीचें उदाहरण घेऊं. ही बी जमिनींत पुरल्यावर तीस काय काय होतें, तें सांगतों. विशेष स्थलची जमीन जशी बरी वाईट असेल, व तेथच्या वातावरणांत जशी कमी जास्त उष्णता असेल, त्याप्रमाणें थोड्या किंवा अधिक दिवसांनीं त्या बीवरची साल डोळ्याच्या ठिकाणीं उकलतें, आणि आंतला भाग कांहींसा उघडा पडतो. आंत दोन डाळिंब्या असतात, व त्यांमध्यें अंकुर बसविलेला असतो. वरचें टरफल उकलल्यावर पुढें लौकरच बीजास बारीक टोंक फुटतें. हें मूळ होय. ह्याचा रोंख खालीं असतो, ह्यास्तव जमिनींत शिरतें. ह्यावेळीं तें मूळ फार मऊ व गुळगुळीत असतें व अंकुराचे पोषणार्थ जमिनींतून रस वगैरे कांहीं ओढून घेण्याचें त्यास सामर्थ्य नसतें. मग दोन डाळिंब्या उकलूं लागतात, व त्यांच्यामध्यें अंकुर व पानें दिसूं लागतात. तो अंकुर जसजसा मोठा होतो तसतशा त्या डाळिंब्या एकमेकांपासून दूर दूर होऊं लागतात, व आंतलीं कोमळ पानें एकमेकांस घट्ट चिकटून पाचरेच्या आकारानें बाहेर पडण्याविषयीं जोर करीत असतात. ह्या पानांचा वाढण्याचा रोंख मुळाच्या विपरीत दिशेस असतो. म्हणजे हीं वाढत वर जातात, आणि तीं जमिनीवर आलीं ह्मणजे पाचरेचा आकार टाकून आडवीं पसरतात. तसें झाल्यानें पाऊस व धुकें ह्यांचा द्रवांश त्यावर रहातो. मूळ वेळोंवेळीं मोठें होऊन व वळकट होऊन जमिनींत खोल खोल जाऊं लागतें, व तींतून अधिक अधिक पोषण शोषूं लागतें.

इकडे पानेंही रसभरीत असतात, ह्यामुळें तीं कोमळ वाहिन्यांनीं घेतां येईल तितका पोषकांश वातावरणांतून शोषून झाडाचें उपजीवन करितात. तथापि हा पोषकांश जलरूप असतो; ह्यास्तव त्याचे ठायीं स्वतः झाड वाढविण्याची पूर्ण योग्यता नसते. प्राण्यांप्रमाणें झाडांसही बाल्यावस्थेंत पोषण होण्यास सौम्य गुणांचे पदार्थ लागतात. प्राणी उपजल्याबरोबर त्याच्या आईच्या स्तनांत दूध उत्पन्न होऊन त्यावर त्याचें पोषण होतें. तसें झाडाचेंही बाल्यावस्थेंत तशाच पदार्थानें पोषण होतें. भेद इतकाच कीं, झाडास तो पदार्थ प्राप्त होण्याचा मार्ग निराळा करून ठेविला आहे. अंकुराच्या बाजूस ज्या डाळिंब्या असतात, त्या पिष्ठगुण ह्मणजे पिठूळ असतात. त्या वितळून त्यांपासून दुधासारखा रस उत्पन्न होऊन तो, त्या डाळिंब्यांत लहान लहान वाहिन्या असतात त्यांतून अंकुरांत जातो. ह्या लहान लहान वाहिन्या एकत्र जमून त्यांची मोठी वाहिनी होऊन ती अंकुरांत गेली असते, आणि तिच्या योगानें त्यास सौम्य पोषक द्रव्य प्राप्त होतें. हें द्रव्य प्राप्त न होतें, तर झाड नियमानें मरतें. कारण ह्या अवस्थेंत त्याचें मूळ कोमळ असल्यामुळें; त्यास हवें तितकें पोषकद्रव्य शोषितां येत नसतें, व शोषितां आलें असतें, तरी झाड स्वतः अशक्त असल्यामुळें तें द्रव्य त्यास न मानवतें. ह्याप्रमाणें ईश्वरानें झाडाचें बाल्यावस्थेंत पोषण होण्याकरितां अद्भुत व चमत्कारिक युक्ति योजिली आहे. जसजसें झाड वाढत जातें, व त्यास शक्ति येते, तसतसा हा सौम्य रस कमी कमी होत जातो, आणि त्यास गरज नाहींशी झाली, ह्मणजे तो अगदीं नाहींसा होतो. मग थोर वाहिनी वाळून जाते, व डाळिंब्या वाळून रिकाम्या पिशवीसारख्या मुळास चिकटून राहिलेल्या दिसतात.

यांत्रिक शक्तीविषयीं.

जड पदार्थांचे ठायीं गति उत्पन्न करणारीं अनेक कारणें सृष्टिकर्त्यानें मनुष्याच्या हातीं ठेविलीं आहेत. त्यांच्या योगानें त्यास निरनिराळ्या प्रकारच्या व कमीजास्त जोराच्या गति उत्पन्न करितां येतात. हीं का-

र्णें म्हटलीं म्हणजे अप्रवाही पदार्थांचें वजन व ते गतिविशिष्ट असतां त्यांचें उच्चालकत्व; प्रवाही जलरूप पदार्थांचें वजन व त्यांचा दाब; पाणी वगैरे पदार्थांपासून झालेल्या वाफेचा जोर; पोलादाच्या वगैरे कमानींच्या स्थितिस्थापक गुणापासून झालेला जोर; प्राण्यांच्या स्नायूंचा जोर; इत्यादि अनेक आहेत; व तीं सर्वांस ठाऊकच आहेत. परंतु ह्या शक्तीच्या योगानें कांहीं वजन उचलणें झाल्यास किंवा एकाद्या पदार्थास गति आणणें झाल्यास ह्या शक्तींत पूर्वी कांहीं तरी फेरफार करावा लागतोच; तो करावा लागत नाहीं, असें उदाहरण विरळ. समजा, कीं वर सांगितलेल्यापैकीं एखादी गत्युत्पादक शक्ति आपणापाशीं आहे; परंतु तिचा रोख विवक्षित दिशेस नाहीं, किंवा तीपासून गती उत्पन्न होते, परंतु ती हव्या तेवढ्या वेगाची व हव्या तेवढ्या जोराची होत नाहीं; तर त्या शक्तीपासून उत्पन्न झालेली गति विवक्षित दिशेस व हव्या तितक्या जोराची व हव्या तितक्या वेगाची करितां यावयासाठीं कांहीं युक्ति किंवा हिकमत केली पाहिजे. त्या युक्तीस किंवा हिकमतीस यंत्र ह्मणतात.

यंत्र शब्दाचा वर सांगितलेला अर्थ धरिला असतां, सर्व सृष्टींत मुख्य यंत्रें सहा होत. त्यांस कधीं कधीं यांत्रिक शक्ति असेंही म्हणतात. त्यांचीं नांवें. तरफ, अक्षचक्र, कप्पी, उतरण, पाचर, आणि मळसूत्र. साधें किंवा घोंटाळ्याचें कसेंही यंत्र घ्या, तें ह्या सामान्य सहा यंत्रांपैकीं कांहींच्या किंवा सर्वांच्या संयोगानें झालें आहे, असें सिद्ध होईल. ह्यापेक्षां अधिक त्यांत कांहीं सांपडणार नाहीं. आतां ह्या सहा शक्तींचें यथाक्रमें थोडें थोडें वर्णन करितों:—

माणूस पहारेनें धोंडा उचलितांना सर्वांनीं पाहिलें असेल. ती पाहार तरफ होय. ह्या यंत्रांत विचारणीय गोष्टी तीन होत. तरफेस दाबणारी शक्ति, तरफेनें उचलावयाचें वजन किंवा ओझें, व तरफेस ज्याचा आधार असतो तो टेंकू. टेंकू व वजन ह्यांच्यामध्यें जें अंतर असतें, त्यापेक्षां टेंकू व शक्ति ह्यांच्यामध्यें जितकें अधिक अंतर असेल, तितकें

चांगलें. टेंकूपासून वजनाच्या अंतराच्या चौपट अंतर शक्ति आणि टेंकू ह्यांच्यामध्यें असेल, तर एकपटशक्ति चौपट वजनास उचलील. तसेंच टेंकूपासून वजनाच्या अंतरापेक्षां त्यापासून शक्तीचें अंतर सहा पट असल्यास एक पट शक्ति सहा पट वजन उचलील; आणि ह्यावरून सामान्य नियम असा आहे, कीं शक्ति व टेंकूपासून शक्तीचें अंतर ह्यांचा गुणाकार, वजन व टेंकूपासून वजनाचें अंतर ह्यांच्या गुणाकाराबरोबर असतो. तरफा तीन प्रकारच्या आहेत. टेंकू, वजन व शक्ति ह्यांच्यामध्यें असला ह्मणजे पहिला प्रकार;- वजन, शक्ति व टेंकू ह्यांच्यामध्यें असलें ह्मणजे दुसरा प्रकार; व शक्ति, वजन व टेंकू ह्यांच्यामध्यें असली ह्मणजे तिसरा प्रकार. माणूस खालीं पाहार घालून धोंडा उचलतो, घिसाडी काठीने भाता हालवतो, हीं पहिल्या प्रकारच्या तरफेचीं उदाहरणें होत. दारें, खिडक्या, हीं दुसऱ्या प्रकारच्या तरफेचीं उदाहरणें. ह्या स्थळीं बिजागऱ्या टेंकू होत, व दारें व खिडक्या हीं वजनें होत. चिमटे, खोरीं व भिंतीस टेंकून उचलेली शिडी हीं तिसऱ्या प्रकारच्या तरफेचीं उदाहरणें होत. (नववी आकृति पहावी.)

अक्षचक्र म्हणजे एका आंसास एक चाक बसवलेलें असतें. त्या आंसास लांब दोर बांधून त्याच्या शेवटास वजन लावितात, आणि त्या चांकाच्या बाहेरच्या घेरास शक्ति लावितात. शक्तीने चांक व आंस हीं फिरूं लागलीं म्हणजे आंसाभोंवताली दोर गुंडाळून वजन वर येतें. ह्या यंत्रांत आंसाच्या व्यासापेक्षां चांकाचा व्यास जितका विशेष मोठा असेल तितकें थोडया शक्तीनें अधिक वजन उचलतें. ह्या स्थळीं आंसाची त्रिज्या आणि चांकाची त्रिज्या ह्यांस तरफा मानून त्यांच्या मध्यबिंदूस टेंकू मानलें असतां, चालेल. तसें एथें शक्ति व आसांचा व्यास किंवा घेर ह्यांचा गुणाकार, वजन व चांकांचा व्यास किंवा घेर ह्यांच्या गुणाकाराबरोबर असतो. ह्या यंत्रानें वजन उचलूं लागलें असतां, दोर आंसाभोंवतीं गुंडाळून त्याचा व्यास मोठा होतो, आणि तेणेंकरून यंत्रयोजनेपासून होणारा नफा कमी कमी होत जातो. म्हणूनच खोल विहिरींतून राहा-

टानें घागर वर ओढूं लागलें असतां घागर जसजशी जवळ येते, तसतसा दोर राहाटास अधिक अधिक गुंडाळून तिचें वजन अधिक अधिक अनुभवास येऊं लागतें. समुद्रातीरीं गलबतांतलीं ओझीं धक्यावर घेण्याकरितां ह्या यंत्राची बहुतकरून योजना करितात, व गलबतांचे नांगर वर शेंदण्याकरितांही हें यंत्र लाविलें असतें. (दहावी आकृति पहावी.)

कप्पी म्हणजे एक चांक असतें, व त्याच्यां घेराच्या बाहेरच्या बाजूस खोचणी घेतलेली असते. ह्याचें प्रसिद्ध उदाहरण मोटेचें चाक होय. तसेंच गलबतावरच्या शिडांस वगैरे जें दोरखंड असतें, तें ओढण्यास वगैरे ह्याच यंत्राची योजना करितात. कमी शक्तीनें अधिक वजन उचलण्यास एकव्या कप्पीनें कांहीं उपयोग होत नाहीं परंतु तिनें हा उपयोग होतो, कीं विवक्षित दिशेस शक्ति लावितां येते. मोटेस कप्पी नसल्यास वरच्या दिशेस शक्ति लावावी लागती. ती कप्पीच्या योगानें आडवी लावितां येते. असो; पण एकीच्या जागीं दोन कप्प्या लाविल्या असतां, एकपट शक्तीनें दुप्पट वजन उचलतें. तीन लाविल्या असतां, तिप्पट उचलतें. ह्याचप्रमाणें पुढें जाणावें. ह्या यंत्रांत कप्पीच्या आंसाच्या घर्षणानें व दोऱ्यांत पूर्ण लवचिकपणा नसल्यानें वर सांगितलेला नफा पुष्कळ कमी होतो.

कप्पींही तरफेचीच एक जात आहे, असें म्हटल्यास चालेल, व ती निराळी एक यांत्रिकशक्ति आहे, असें म्हटलें तरी चालेल. (अकरावी आकृति पहावी.)

मोठालीं ओझीं सोपेपणानें चढवितां यावीं म्हणून उतरण योजीत असतात. धोंडा उचलून गाड्यावर ठेवण्यापेक्षां गाड्यास फळी तिरपी टेंकून तीवरून तो चढवण्यास सोपा पडतो, हें सर्वांस माहीत आहे. उतरणींविषयीं असा नियम आहे, कीं शक्ति व उतरणीची लांबी ह्यांचा गुणाकार, वजन व उतरणीची उंची ह्यांच्या गुणाकाराबरोबर असतो; पण ह्या यांत्रिक शक्तीच्या योजनेंत घर्षणाचा प्रतिबंध फार असतो, ह्यामुळें वरील हिशोबानें आलेल्यापेक्षां अधिक शक्तीची योजना करावी लागते. (बारावी आकृति पहावी.)

पाचर किंवा धार ही यांत्रिक शक्ति प्रसिद्धच आहे. पाचरेचा आकार भरीव त्रिकोणासारखा असतो. तीविषयीं असा नियम आहे, कीं शक्ति व एकाबाजूची लांबी ह्यांचा गुणाकार, वजन व पाठीचे अर्ध ह्यांच्या गुणाकाराबरोबर असतो; परंतु ह्यास्थलीं हीं घर्षण फार असल्यामुळें ह्या यांत्रिक शक्तीपासूनहीं वर सांगितलेल्या हिशोबाप्रमाणें बरोबर लाभ होत नाहीं. व्यवहारांत सामान्य नियम एवढाच, कीं बाजूच्या लांबीच्या मानानें पाठीची रुंदी जितकी कमी इतका पाचरेपासून लाभ जास्त. ज्याच्या सर्व कृत्यांत पराकाष्टेचें चातुर्य दृष्टीस पडतें असा जो सृष्टिकर्ता त्यानें पांखरांस जमीन वगैरे खणतां यावी म्हणून त्यांच्या चोंची पाचरीच्या आकाराच्या केल्या आहेत, व पांखरांस स्वतः वातावरणांत उडतांना वायु तोडतां यावा म्हणून त्यांच्या शरिराचा आकारही पाचरेसारखाच केला आहे. तसेंच जलचर पक्ष्यांच्या उराच्या हाडांचा आकार तसाच आहे. (तेरावी आकृति पहावी.)

मळसूत्र व उतरण हीं दोन्ही वास्तविक पाहतां एकच आहेत. उतरणीवर वजन सरळ रेघेनें जातें. मळसूत्रांत नागमोडी वळणानें जातें. एतावता दोहोंचें स्वरूप एकच होय. ऊतरणीविषयीं जो हिशोब सांगितला तोच हिशोब मलसूत्रासही लागू आहे.—

जलमय पदार्थांचा दाब.

पाणी दूध, रस, वगैरे जलमय पदार्थांच्या सर्व अवयवांचा परस्परांशीं असा संबंध आहे, कीं त्यांचा चोहींकडे सारखा दाब पडतो, व त्यांवरहीं चोहींकडून सारखा दाब पडतो. प्रत्येक जलपरमाणु भोंवतालच्या सर्व परमाणूंस सारखें दाबतो; व ते परमाणुही त्यास भोंवतालून सारखें दाबतात. तसेंच त्याचा ज्या अप्रवाही पदार्थांशीं संयोग झाला असतो, त्यांसहीं तो सारखाच दाबतो व तेही त्यास सारखे दाबतात. परमाणूंच्या ह्या गुणामुळें व त्यांवरच्या गुरुत्वाकर्षणामुळें असें होतें, कीं पाणी वगैरे पातळ पदार्थ स्थ असला किंवा त्यावर बाह्य प्रेरणा नसली म्हणजे त्याचे सर्व अवयव चढून किंवा उतरून एका पातळीनें राहता-

त; म्हणजे कोणताही अवयव इतरांपेक्षां उंच असत नाहीं, कोणताही इतरांपेक्षा सखल असत नाहीं. ह्या कारणास्तव एक आरपार पोकळ नळी घेऊन ती लववून तींत पाणी वगैरे पातळ पदार्थ ओतिला असतां तिच्या दोन्ही भागीं पाणी सारखें चढतें; त्या दोन भागांची रुंदी कमी जास्त असली तरी कांहीं भेद पडत नाहीं. ह्यावरून सर्व साधारण व व्यापक नियम असा होतो, कीं परस्परांशीं ज्यांचा संबंध आहे, अशा दोन नळ्यांत किंवा मध्यें लवलेल्या एका नळींत पाणी वगैरे ओतिलें असतां, त्या दोन्ही नळयांची किंवा त्या नळीच्या अवयवांची रुंदी कितीही वेगळी असली तरी, तें पाणी दोन्ही नळयांत किंवा एका नळीच्या दोन्ही अवयवांत सारखें चढेल; आणि ह्या रीतीनें कितीही थोडें पाणी कितीही पुष्कळ पाण्यास दाबून धरून त्यास तोलून राखील, पुढें येऊं देणार नाहीं. (चवदावी आकृति पहावी.)

ह्या वरील विचारापासून मोठे दोन सिद्धांत निघतात. पहिला सिद्धांत असा, कीं पाणी नळयांनीं किंवा अच्छादलेल्या कोतत्याही प्रकारच्या मार्गानें नेलें असतां, तें जेथून न्यावें त्या ठिकाणा इतकें उंच चढतें; मधला प्रदेश कितीही खोल असला तरी चिंता नाहीं. दुसरा जो सिद्धांत आहे तो वास्तविक खरा आहे, तरी तो पहिल्यानें दिसण्यांत खोटासा भासतो; व त्याची सिद्धता समजल्यावांचून त्यावर अगदीं विश्वास बसत नाहीं. तो सिद्धांत हा, कीं पदार्थावर पाण्याचा जो दाब पडतो, तो त्या पाण्याच्या इयत्तेंप्रमाणें असत नाहीं, तर तें पाणी त्या पदार्थाच्या जेवढ्या पृष्ठभागावर पसरलें असेल, तो पृष्ठभाग व त्या पाण्याची उंची ह्या दोन्हींवर असतो, म्हणजे कितीही थोडें पाणी कांहीं एका युक्तिनें कितीही पुष्कळ पाण्यास तोलून धरील, हा सिद्धांत ऐकला असतां पहिल्यानें अगदीं असंभवी भासतो खरा; परंतु बारिक विचार केला असतां, त्याचा पूर्ण खरेपणा मनांत येतो. कारण वांकवलेल्या नळींचें वर जें उदाहरण सांगितलें त्या उदाहरणांत त्या नळीचा एक भाग किती जरी बारीक केला, व दुसरा कितीही मोठा केला आणि

तेणेंकरून पाहिल्यांत किती थोडें जरी पाणी असलें व दुसऱ्यांत कितीही पुष्कळ असलें तरी दोन्हीकडे तें सारखेंच उंच चढेल.

ह्यावरून असें स्पष्ट होतें, कीं पाणी ज्या पृष्ठभागावर असतें, तो पृष्ठभाग ह्मणजे पाण्याचा पाया व त्याची उंची, ह्या दोहोंच्या प्रमाणानें त्याचा दाब असतो; त्याच्या इयत्तेच्या प्रमाणानें असत नाहीं. आणि असें आहे तर ह्यावरून स्पष्ट दिसतें कीं पाणी कितीही थोडें जरी असलें आणि त्याचा पाया मोठा होऊन त्याची उंचीं पुष्कळ होईल अशा रीतीनें जर तें ठेविलें तर त्या तेवढ्या थोड्या पाण्यापासून पराकोष्ठेचा दाब उत्पन्न होऊन तेणेंकरून मोठाले अनर्थ उत्पन्न होतील. ह्या गोष्टीचा प्रत्यय पाहणें असल्यास एक पीप घेऊन त्याचे तोंडावर फळी मारून तीस एक लहान भोक ठेवावें; मग तें पीप पाण्यानें भरावें, आणि त्या तोंडांत पोकळ, बारीक व लांब एक नळी गच्च बसवून त्या नळींत पाणी ओतावें. त्या नळींत पाणी हवें तितकें उंच चढलें म्हणजे पिपाच्या आतल्या बाजूंवर पाण्याचा दाब पराकोष्ठेचा होऊन तें पीप फुटतें; आणि नळींतलें पाणी पहावें, तर अगदीं थोडें असतें. आतां पीप जसजेंस पातळ किंवा जाड असेल त्या प्रमाणानें म्हणजे फुटणाऱ्या पदार्थाच्या बळकटी प्रमाणें नळींत पाणी कमी किंवा जास्त चढवावें लागेल.

वर सांगितली ही गोष्ट कृत्रीची झाली. आतां आपोआप ही अशी गोष्ट किती एक वेळां घडते. तो प्रकार असा. कीं एकाद्या इमारतीच्या भिंतींत लांब, उभी चीर पडून किंवा मुळची राहून तींत पावसाचें पाणी भरलें असतां, भिंत पडते, किंवा झुकते. ह्या स्थळीं सगळी चीर एकसारखी रुंद असली, किंवा नसली, व ती नळी सारखी नीट असली, किंवा वांकडी असली, तरी कांहीं चिंता नाहीं; ती पाण्यानें सर्व भरलीमात्र पाहिजे ह्मणजे झालें. पाण्यापासून दाब उत्पन्न होतो तो चिरेच्या लंबोंचीच्या प्रमाणानें असतो; तिच्या घनफळावर किंवा तिच्या एकंदर लांबीवर असत नाहीं. पाण्याच्या ह्या गुणानें सृष्टींत कधीं कधीं मोठमोठे अनर्थ उत्पन्न होतात. त्याच्या ह्या जोरानें कधीं डोंगराचे डोंगर कोसळतात; व

कधीं भूकंप होतो. समजा, कीं एका डोंगराच्या पोटांत १० यार्ड लांब रुंद व मध्यम प्रमाणानें एक इंच खोल, अशी एक पोकळ जागा आहे, व ती पाण्यानें अगदीं भरून गेली आहे; आणि आणखी असें समजा, कीं काळगतीनें पुढें एकच इंच व्यासाची एक बारीक चीर उभी पडून ती वरपासून त्या पोकळ जागेपर्यंत गेली आहे व त्या चिरेची लंबांची २०० फूट आहे. आतां पावसाचें पाणी ह्या चिरेंत जाऊन ती जर भरली, तर त्या एकंदर पाण्याचा ५०२२ टनांइतका दाब त्या डोंगरावर पडून तो हलेल, किंवा मोठा अवाज होऊन तो उकलून पडेल; आणि हें सर्व पाणी जर पाहिलें, तर एक दीड टनांवर भरणार नाहीं. ह्या दाबापासून कधीं कधीं चांगलींही कामें होतात. सृष्टींत फेरफार करणारीं जीं उष्णतादि मोठमोठीं कारणें आहेत, त्यांतलेंच पाण्याचा दाब हें एक असावें, असा तर्क वाटतो; व मनुष्यानें हीं इष्ट कार्यें करण्याकडे ह्या शक्तीची योजना आपल्या अकलेनें केल्यास ती होण्यासारखी आहे. एक यंत्र आहे, त्यास इंग्रजींत ब्रामाज् प्रेस म्हणतात; तें यंत्र वर वर्णिलेल्या पाण्याच्या गुणावरूनच केलें आहे,

केषाकर्षणाविषयीं.

सामान्य नियम असा आहे, कीं पाणी वगैरे पातळ पदार्थांत आरपार पोकळ नळी उभी बुडवली असतां व त्या पाण्यावर वगैरे बाह्य प्रेरणा नसतां नळींतल्या पाण्याची व बाहेरच्या पाण्याची उंची सारखी असते; पण ह्या सामान्य नियमास एक अपवाद आहे, त्या अपवादाचें विवरण केलें पाहिजे.

लांकडाची फळी किंवा धातूचा पत्रा वगैरे अप्रवाही पदार्थांवर पाणी किंवा पाण्यासारखाच पातळ दुसरा पदार्थ ह्यांचा थेंब पडला तर, तो एके ठिकाणीं न राहतां पसरून फळीस ओली करितो, व ती फळी तिरपी केली असतां तीवरून तो साफ ओघळून नजातां तीस चिकटतो. ह्यावरून असें सिद्ध होतें, कीं पाण्याच्या अवयवांवर एकमेकाच्या आकर्षणापेक्षां अप्रवाही पदार्थाचें (फळीचें) आकर्षण जास्त होतें. तसेंच एका पंचपात्रींत

किंवा गलासांत पाणी घालून, त्या पाण्याकडे बारीक नजर देऊन, पंच-पात्रीचा व पाण्याचा संयोग जेथें होतो तिकडे जर पाहिलें, तर असें दृष्टीस पडतें, कीं कडेचें पाणी मधल्या पाण्याशीं सपाट नसतें; तर पाण्याचा एकंदर पृष्ठभाग मध्यें किंचित् खोल असून, कडेचें पाणी अंमळ वर गेलें असतें. ह्यावरून असें दिसतें, कीं कडेच्या आंगीं कांहीं आकर्षण शक्ति आहे, त्या शक्तीच्यायोगानें ती आपल्या अगदीं जवळच्या जलपरमाणूंस ओढून वर घेते, तेणेंकरून ते अवयव इतर जलावयवांशीं समपातळीनें राहत नाहींत. आतां समजा कीं ती पंचपात्री इतकी लहान केली, कीं समपातळीनें राहणाऱ्या मधल्या पाण्यांत रहावयास तींत जागा नाहीं, तर तिच्याकडेस वर चढलेल्या थोडया पाण्यास मात्र रहावयास जागा आहे; ह्मणजे असें समजा, कीं फार बारीक नळी घेऊन तिचें खालचें टोंक पाण्यास नुसतें लावलें आहे; तर हें स्पष्ट आहे, कीं त्या नळींतलें पाणी बाहेरच्या पाण्याच्या सपाटीपेक्षां कांहीं वर चढेल, व नळी जसजशी अधिक बारीक करावी, तसतसें पाणी अधिक अधिक वर चढेल. कारण कीं नळीच्या आकर्षणास प्रतियोगी जें पाण्याचें वजन, तें कमी कमी होत जाईल.

ह्या प्रकारच्या ज्या नळ्या त्यांस केशाकृति नळ्या म्हणतात. कां कीं त्या केंसासारख्या बारिक असतात, व त्यांचें जें पातळ पदार्थावर आकर्षण त्यास केशाकर्षण असें पारिभाषिक नांव दिलें आहे. बहुतकरून असा नियम आहे, कीं ज्या नळीचा व्यास इंचाच्या विसाव्या हिश्शापेक्षां कमी असतो, तसल्या नळीस केशाकृति नळी म्हणतात. असल्या नळीचा पाण्याच्या पृष्ठभागाशीं संयोग केला असतां ती जसजशी विशेष बारीक असेल, त्याप्रमाणें तींतलें पाणी बाहेरच्या पाण्यापेक्षा वर वर चढेल. नळीचा व्यास इंचाच्या शंभराव्या भागा इतका असेल तर तींत पाणी दोन इंच वर चढेल; तिचा व्यास इंचाच्या दोनशाव्या भागा इतका असेल, तर पाणी तींत चार इंच चढेल; आणि ह्याच मानानें नळीचें रंध्र जसजसें सूक्ष्म असेल, तसतसें पाणी तींत अधिक अधिक उंच जाई-

ल. ह्या स्थलीं हें सांगितलें पाहिजे, कीं ह्या नळ्यांचें पातळ पदार्थांवर जें आकर्षण घडतें, तें, त्या नळ्या ज्या अप्रवाही द्रव्यांच्या केल्या असतील, त्या द्रव्यांच्या गुणांवर आहे. कांचेच्या नळीस तेलानें माखून पाणी तीस चिकटेनासें जर केलें, तर तींत पाणी अगदीं चढावयाचें नाहीं. तसेंच एकाच नळींत निरनिराळे पदार्थ कमी जास्त उंच चढतात; व ह्या उंचीशीं त्या पदार्थांच्या निरनिराळ्या विशिष्टगुरुत्वाचा कांहीं संबंध नाहीं, पहा, पारा केशाकृति नळींत अगदीं-च चढत नाहीं; तो उलटा बाहेरच्या पान्याच्या सपाटीपेक्षां खालीं जातो.

केशाकर्षणाच्यायोगानें सृष्टींत पुष्कळ मोठमोठीं कामें होतात. पृथ्वीमध्यें ओलावा जो पसरतो, तो बहुतकरून ह्या शक्तीच्याच योगानें पसरत असेल. तसेंच झाडांच्या सर्वांगांत पोषकरस पसरण्यास ही शक्ति मुख्यत्वें कारण आहे, ह्याविषयीं तर संशयच वाटत नाहीं. वनस्पतिशोणित वर चढून त्याचें सर्वत्र अभिसरण होतें तें, लाकडांत व सालींत सुक्ष्म केशाकृति नळ्यासारख्या वाहिन्या असतात, त्यांच्या योगानें होतें. प्राण्यांच्या आंगांत जशा धमन्या व शिरा तशा झाडांच्या आंगांत ह्या वाहिन्या होत. हा व्यापार कसा घडतो, हें कोणास पहावयाचें असल्यास, त्यानें कापसाची कांहीं सुतें घेऊन तीं ओलीं करावीं, व एका वाटींत आळिता किंवा शाई असा एकादा रंगित पातळ पदार्थ घालून ती वाटी एका ताटात ठेवावी, आणि त्या सुतांचीं एकीकडलीं टोंकें त्या पातळ पदार्थांत बुडवून दुसऱ्याबाजूचीं टोंकें वाटीच्या कांठावरून ताटांत लोंबत सोडावीं; ह्मणजे लौकरच आलिता किंवा शाई त्या सुतांत वर जाऊं लागून तीं सुतें सगळीं तांबडीं किंवा काळीं होतात, व थोडक्या वेळानें वाटींतला सगळा आळिता किंवा शाई ताटांत उतरते. ह्याप्रमाणेंच सूक्ष्म केशाकृति नळ्या पोषकरस वर चढवून झाडाच्या सर्वभागीं नेत असतील. आतां हें खरें आहे, कीं रस सखल पातळीवरून ह्याप्रमाणें केशाकृति नळीनें वरच्या पातळीवर चढून तेथून त्याची धार किंवा थेंब खालीं पड-

णार नाहीं; तथापि केशाकृतिनळ्यांनीं तो वर चढून तेथून आडवा वाहून दुसऱ्या केशाकृतिनळ्यांत शिरेल, आणि त्यांतून तिसऱ्या नळ्यांनीं वर नेतां येईल, किंवा घोड्याच्या नालाच्या आकृतीच्या वांकवलेल्या नळ्यांनीं तो हवा तिकडे नेतां येईल. स्पंज व त्यासारखे दुसरे सच्छिद्र पदार्थ हे पाणी वगैरे शोषितात, ह्याचें कारण हेंच असावें, कीं त्यांच्या आंगीं जीं बारीक बारीक रंध्रें असतात; त्यांतून केशाकर्षणानें तें पाणी ओढून घेत असतील, असा तर्क वाटतो.

झरे, नद्या आणि सरोवरें ह्यांविषयीं.

झरे— झरे पाण्याचे लहान लहान खजिने होत. त्यांत भोवतालच्या जमिनींतलें पाणी चोहोंकडून लहान लहान ओहोळांनीं येऊन जमतें, व ते भरून जास्त जें पाणी होतें तें उपळून किंवा दुसऱ्या रीतीनें वाहून जातें. झरे उत्पन्न होण्याचें मूळ कारण एकच नाहीं. सृष्टिकर्त्यानें सोपे व्यापक पुष्कळ नियम करून ठेविले आहेत, व त्यास कांहीं उद्देश सिद्ध करणें झाल्यास त्याच्या सिद्धीकरितां तो अनेक नियमांची योजना करितो. हाच प्रकार झऱ्यांच्या उदाहरणांत आहे. वातावरणांतल्या वाफेचें पाणी होऊन तिचें पाऊस, दव, धुकें, इत्यादिकांच्या रुपानें खालीं पडणें, बर्फ वितळणें, समुद्रांतलें पाणी झिरपून येणें व पृथ्वीच्या पोटांतल्या वाफाचा संयोग होऊन त्यांचें पाणी होणें इत्यादि अनेक कारणें एकत्र होऊन त्यांपासून झरे उत्पन्न होत असावे. समुद्रांचें पाणी झिरपून येतें आणि त्यापासून झरे होतात, असें यूरोपखंडांतल्या प्राचीन विद्वान लोकांचें मत होतें. ही त्यांची कल्पना उगीच आहे, असे नाहीं; ती खरी आहे असें वाटतें. वाहणाऱ्या सर्व झऱ्यांचे उगम समुद्राच्या पृष्ठभागापेक्षां उंच असले पाहिजेत. तेव्हां समुद्राचें पाणी वर कसें येईल, ही शंका वाटते खरी; तथापि तिचें समाधान असें आहे, कीं केशाकृति छिद्रांनीं समुद्राचें पाणी जमिनींत वर चढत असावें व तें वर चढतांना त्याच्या आंगचे खारट खार खालीं राहत असावे; मग जमिनींतल्या उष्णतेनें त्या पाण्याची वाफ होऊन तिच्या योगानें कि-

तीएक झरे उत्पन्न होत असतील. वाफेनें झरे होतात, ही गोष्ट अनुभव सिद्ध आहे. असें सांगतात, कीं फ्रान्स देशांत एकेठिकाणीं एक मठ होता. तेथले लोक ज्या झऱ्यांचें पाणी आणीत, ते झरे एकदां एकाएकीं आटले. नंतर लवकरच त्या मठांतल्या लोकांस समजलें, कीं शेजारी दग डाची एक नवीन खाण खणीत आहेत, व त्या खाणींतून पुष्कळ वाफ नि- घत आहे. मग त्यांनीं तीं खाण त्रिकत घेऊन बुजवून टाकिली आणि पा हतात तों त्यांच्या झऱ्यांस पहिल्याप्रमाणें पाणी आलें. तथापि वाहते झरे व नद्या ह्यांचीं मुख्य कारणें पाऊस, दव, धुकें, वगैरे होत; आणि ह्या गोष्टीस प्रमाण हेंच कीं ज्याज्या ठिकाणीं वातावरणांतली पाण्याची वाफ ओढून घेण्याजोगें उंच व पाणी आंत राखण्याजोगे मोठे असे डोंगर ना- हींत, तेथें वाहते झरे, किंवा नद्या मुळींच नाहींत. ह्या गोष्टीस अपुलि- या वगैरे अनेक प्रदेशांची उदाहरणें आहेत. वातावरणांत जी पाण्याची वाफ जाते, ती समुद्रांतून जाते, ह्यास्तव समुद्रांपासून फार दूर असें जें ए- शिया खंड व आफ्रिका खंड ह्यांच्या मध्यभागीं जे देश आहेत, तेथें पाणी अगदीं थोडें आहे, व जमीन अगदीं नापीक आहे. (पंधरावी आकृति पहावी.)

नद्या- अत्यंत सखल प्रदेश जिकडे सांपडेल तिकडे वाहत जावें, अ- सा पाण्याचा धर्म आहे ह्यास्तव आकाशांतून जितका पाऊस जमिनी- वर पडतो, त्यांपैकीं जितकें पाणी तींत जिरत नाहीं, तितक्याचे लहान- लहान प्रवाह होऊन पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वाहूं लागतात. ते प्रवाह कितीएक एकत्र जमून त्यांच्या नद्या होतात. त्या नद्या थेट किंवा दु- सऱ्या नद्यांशीं संयोग पावून शेवटीं समुद्रास मिळतात. नदीच्या पा- ण्याचा वेग तिच्या पात्राच्या उतरतेपणावर आहे. नदी डोंगराळ प्रदे- शीं उत्पन्न झाली असते, ह्यास्तव तिचें पाणी आरंभीं मोठ्या जोरानें वा हत असतें. पाऊस पडला असतां, किंवा डोंगरावरचें बर्फ वितळलें अ- सतां, ती फुगून तिचा लोंढा मोठ्या वेगानें, मोठ्यानें शब्द करित व

फेसाळत उंच उंच खडकांतून खालीं येतो, आणि शेवटीं ती ह्या उंच व उखीर वाखीर तुरंगांतून सपाट व उघडया प्रदेशांत आली ह्मणजे तिचें पाणी रुंदपसरून तिच्या आंगीं शांतपणा येतो. रोमनलोकांमध्यें प्लिनीनामक मोठा विख्यात व सुरस कवी झाला होता, त्यानें नदीस मनुष्याची उपमा देऊन तिचा प्रारंभ व गति ह्यांची मनुष्याच्या सामान्य आचरणक्रमाशीं चमत्कारिक तुलना केली आहे. तो ह्मणतो, कीं मनुष्याप्रमाणें नदी आरंभीं अगदीं लहान व क्षुल्लक असते; बाल्यावस्थेंतही त्यासारखी पोरकळ दिसते. ती कधीं कधीं कुरणांत व फुलझाडांत फिरत असते, व कधीं कधीं लहानशा बागेस पाणी पुरविते, किंवा लहानशी पाणचक्की फिरविते. नंतर जसजशी ती मोटी होते, तसतसा तिला जोर अधिक येऊन ती उच्छृंखल व उद्दाम होत जाते. डोंगराळ प्रदेशीं तीस जीं वरच्यावर विघ्नें व अडचणी येतात, त्या कधीं नाहींतशा होतील, असें तिला होऊन ती त्रासून हिकडे फीर तिकडे फीर असें करीत असते. मग ती मोठ्या आवेशानें व मस्तीनें मोठा शब्द करीत व वाटेंत जें जें आडवें येईल, तें तें उलथून त्याचे तुकडे तुकडे करीत डोंगरावरून उडी टाकिते. मग पहावें तों ती डोंगराच्या पायाशीं खळींत पडून अगदीं दमलेली व कलुष झालेली दिसते. नंतर कांहीं दम खाऊन अंमळ स्वस्थ व प्रसन्न झाली ह्मणजे पुनः मस्तीनें अडचणींच्या वाटेनें पुढें चालती होते, आणि शेवटीं उपद्रव करण्याचा व दंगा करण्याचा तीस कंटाळा येऊन आपल्या बरोबर आणिलेलें सर्व गदळ मागें टाकून पुढें दरींतून उघडयाप्रदेशांत शिरते. ह्याप्रमाणें अप्रसिद्ध ठिकाण सोडून प्रसिद्ध ठिकाणीं आल्यावर सुधारलेल्या प्रदेशांतून ती विशेष जपून पुढें चालते; पहिल्या सारखी मस्ती व उपद्रव करीत नाहीं. जसा प्रसंग येईल तशी चालते; मध्यें जर कांहीं आडवें आलें, आणि तें दूर करण्यास जर श्रम पडतो आहे, तर तें दूरकरण्याच्या खटपटींत न पडतां तें टाळून पुढें चालती होते. वाटेनें जीं मोठमोठीं शहरें व गावें लागतात, त्यांमधून जातांनां त्या सर्वांस उपयोगीं पडते. आणि तेणेंकरून ती देशास मोठा आश्रय व भूषण अशी होते. पुढें तिचा

पुष्कळ इतर नद्यांशीं संबंध होऊन तिचें महत्व वाढलें ह्मणजे तिची गति फार गंभीर व डौलाची अशी होते. ह्या अवस्थेंत ती स्थिर, शांत व खोल अशी असते, व प्रौढपणें व मौनानें पुढें चालली असते; अशी जातां जातां, शेवटीं जेथून पुनरावृत्ति नाहीं, अशा स्थळी (समुद्रांत) तिचा लय होतो.

ज्या नद्या डोंगराळ देशांत उत्पन्न होऊन सखल व सपाट देशांत उतरतात, त्या नद्यांचें धबधबे होतात. **भागिरथी, नील** वगैरे मोठाल्या नद्यांचे धबधबे वर सांगितलेल्या रीतींनें झाले आहेत. ज्या नद्यांस वेग पुष्कळ असतो, व ज्यांच्या दोहोतीरीं वृक्ष व उंच उंच खडक असतात, त्यांचे धबधबे दिसावयास फारच मौजेचे असतात. कधीं कधीं पाण्याचा झोत वरून सुटतो, तो खालीं पोंहचल्या पूर्वी मध्यें तुटून त्याचे बिंदु बिंदु होऊन पावसासारखे खालीं पडतात. कांहीं ठिकाणीं ज्या खडकावरून धबधबा पडतो, तो खडक बाहेर काढिलेल्या जिभेसारखा पुढें गेलेला असतो व त्यावरून पाण्याचा झोत कमानी सारखा बांक घेऊन खालीं पडतो, व खालीं त्या झोताच्या व खडकाच्या मधून मनुष्य पाय भिजल्यावांचून जाते. कधीं कधीं जमीन कठीण फत्तराची असली म्हणजे तीवरून पाण्याचा प्रवाह खडकांतून आदळत आदळत खालीं चालला असतां चमत्कारिक दिसतो; व कधीं कधीं जमीन चुनखडीची असली ह्मणजे तिला एकावर एक असे पायऱ्यासारखे वरबंडे असतात. आणि त्यावरून नदीचा प्रवाह खालीं येऊं लागला असतां, तो पाण्याची एकदा आडवी पसरलेली चादर व एकदा उभी भिंत असा चमत्कारिक दिसतो. कांहीं धबधबे, सगळे नसले तरी, मनुष्याचे कृतीनें झाले आहेत. असें सांगतात, कीं स्वतः समुद्रास मिळणाऱ्या नद्या प्राचीन महाद्वीपांत एकंदर ४३० आहेत व नवीन महाद्वीपांत असल्या नद्या एकंदर १४५ तरी निदान आहेत. एशिया खंडांत अत्यंत मोठी नदी **क्यांगकू** नामक होय. ही नदी **चीन** देशांत आहे, व हिची लांबी ३२९० मैल आहे. **युरोप** खंडांत अत्यंत मोठी नदी **वोल्गा** होय. ही **कास्पियन** समुद्रांत

पडते. हिची लांबी २९२० मैल आहे. **आफ्रिका** खंडांत **नीलनदी** अत्यंत मोठी होय. हिची लांबी २००० मैल आहे, असें म्हणतात. **अमेरिका**खंडांत सर्वांत मोठी नदी **अमेझान** होय. ही नदी उगमापासून सुमारें ३९०० मैल लांब जाउन **आत्लांतिक** समुद्रास मिळते. मुखाशीं ह्या नदीची रुंदी १८० मैल आहे. असा हिशेब केला आहे, कीं पृथ्वींतल्या सगळ्या नद्यांतून समुद्रांत दरवर्षी एकंदर १३६३० घनमैल पाणी निदान जात असावें, आणि समुद्रांतलें विद्यमान पाणी सारें उपसून टाकिलें, तर तो नद्यांनीं पुनः पहिल्याप्रमाणें भरावयास २१००० वर्षें लागतील.

सरोवरें— चोहींकडून जमीन असून मध्यें जमलेलें जें पुष्कळ पाणी असतें, व ज्याचा समुद्राशीं साक्षात संबंध नसतो, त्या पाण्यास सरोवर किंवा तळें असें ह्मणतात. सरोवरांचे चार वर्ग केले आहेत. ज्यांत नद्या येऊन मिळत नाहींत व ज्यांतून नद्या बाहेरही निघत नाहींत, तसल्या सरोवरांचा पहिला वर्ग होय; ज्यांतून नद्या निघतात, पण ज्यांत नद्या मिळत नाहींत, तसल्यांचा दुसरा वर्ग; ज्यांत नद्या येऊन मिळतात पण ज्यांतून त्या निघत नाहींत, त्यांचा वर्ग तिसरा; आणि ज्यांत नद्या येऊन मिळतात व ज्यांतून नद्या बाहेरही पडतात त्याचा वर्ग चवथा. पहिल्या वर्गांतल्या सरोवरांपैकीं कांहींत नेहमीं पाणी असतें, व कांहीं वर्षांतून कांहींवेळ अटतात. अटणाऱ्या सरोवरांस पाण्याचा पुरावा पावसापासून किंवा बर्फ वितळल्यापासून होतो, आणि ज्यांस बारमाही पाणी असतें, त्यांच्या तळीं जिवंत झरे असावे अशी कल्पना करितात. दुसऱ्या वर्गांतल्या सरोवरांस तळीं जिवंत झरे असतात, व त्यांतून जें पाणी येतें तें वाफेच्या रुपानें उडून जाणाऱ्या पाण्यापेक्षां अधिक असतें, व जें अधिक असतें, त्याच्या त्यांतून नद्या निघतात. तिसऱ्या प्रकारच्या सरोवरांविषयीं असा तर्क होतो, कीं नद्यांपासून त्यांस जें पाणी प्राप्त होतें, तें वाफेच्यारुपानें निघून जाणाऱ्या पाण्याइतकेंच असावें. किंवा त्या सरोवरांच्या तळीं पाणी निघून जाण्यास मार्ग असावे, आतां ज्या सरो-

चरांत नद्या येऊन मिळतात, व ज्यांतून नद्या बाहेर पडतात, त्यांत आंत येणारें पाणी व बाहेर जाणारें पाणी ह्या दोहोंची इयत्ता बहुतकरून सारखी असावी, असें मानितात. कांहीं सरोवरांतलें पाणी गोड असतें, व कांहींतलें खारट किंवा मचूळ असतें. ज्यांतून नद्या निघतात, किंवा ज्यांत नद्या मिळून त्या बाहेर पडतात, त्यांचें पाणी गोड असतें पण ज्यांत नद्या येऊन मिळतात मात्र, आणि ज्यांतलें पाणी बाहेर जातांना दिसत नाहीं, त्यांचें पाणी खारें असतें. **युरोपखंडांत राशियादेशांत लादोगा** नावाचें एक मोठें सरोवर आहे. तें १३० मैल लांब व ७५ मैल रुंद आहे. ह्या तळ्यांत पराकाष्ठेची बारीक रेती आहे. ती कधीं एका ठिकाणीं जमते, व थोडया वेळांत तेथून दुसऱ्याच ठिकाणीं जमते; ह्यामुळें आतां जेथें पुष्कळ पाणी असतें, तेथें अमळशानें पाणी फार थोडें होतें; व जेथें उथळ असतें तेथें खोल होतें. इतर पुष्कळ सरोवरांप्रमाणें ह्यांत पुष्कळ वेळ वादळें होतात. **युरोपाच्या** अगदीं उत्तरभागांत **सैबिरिया** म्हणून एक **राशिया** देशाचा प्रांत आहे, तेथें **बैकाल** नामक एक तलाव आहे, त्याची लांबी ३६६ मैल आहे व रुंदी २५ मैल आहे. ह्या तलावांतलें पाणी पराकाष्ठेचें स्वच्छ असल्यामुळें त्यांतून तळचे पदार्थ दिसतात, व त्यांत हीं वर्षांतून कांहीं वेळ मोठीं भयंकर तुफानें होतात. **कास्पियन समुद्र** हें सरोवरच आहे. ह्यांत नद्या येऊन मिळतात, व त्यांतलें पाणी बाहेर जातांना दिसत नाहीं, व त्याचें पाणी खारें आहे. हें ६४६ मैल लांब व २६३ मैल रुंद आहे. ह्याच्या पूर्व किनाऱ्यास पुष्कळ आखातें आहेत, व त्याच बाजूस ह्यांत पुष्कळ बेटें आहेत. मध्यभागीं ह्या तलावाची खोली ५०० वांवा म्हणजे २००० हात आहे. ह्याच्या भोवतालचा देश पुष्कळ उंच आहे, ह्यामुळें ह्यांत भयंकर तुफानें होतात. **कास्पियन समुद्राची** सपाटी **भूमध्यसमुद्राच्या** सपाटीपेक्षां ३०० फूट म्हणजे २०० हात सखल आहे. **कास्पियन** समुद्राच्या पूर्वेस **एरल** म्हणून एक तलाव आहे. तो १५० मैल लांब व ६० मैल रुंद आहे. ह्याचें पाणी खारें आहे, व ह्यांतही तुफानें होतात. ह्या तलावाच्या व **कास्पियन** समुद्राच्या किनाऱ्यावर मासे धरण्याचे मोठमोठे कारखाने आहेत. असो,

प्राचीन महाद्वीपांतल्या कांहीं मोठमोठ्या सरोवरांचें वर्णन केलें. आतां नवीन महाद्वीपांत जीं सरोवरें आहेत, तीं फारच मोठीं व शोभायमान आहेत. तीं प्राचीन महाद्वीपांतल्या सरोवरांस अगदीं मागें टाकितात. हीं सरोवरें **उत्तरअमेरिकेंत** आहेत, व ह्यांचें पाणी गोडें आहे. **सुपीरियर** (ह्मणजे श्रेष्ठ) ह्या नावाचा जो तलाव आहे, त्यास त्याच्या अतिशय मोठेपणावरून **सुपीरियर** असें नांव पडलें आहे. त्याचा घेर १५०० मैल आहे. ह्याएवढें दुसरें सरोवर सगळ्या **अमेरिकेंत** नाहीं. ह्यांत तिसांपेक्षां अधिक नद्या येऊन मिळतात, व ह्या नद्यांपैकीं कितीएक नद्या मोठमोठ्या आहेत. ह्या तळ्यांतलें पाणी **हुरान** सरोवरांत जातें. ह्या दुसऱ्या सरोवराचा घेर १००० मैल आहे, ह्या **हुरान** सरोवराचा दुसऱ्या आणखी दोन सरोवरांशीं संबंध आहे. त्यांपैकीं एकाचें नांव **मिचिगान**. हाही तलाव मोठा आहे. दुसऱ्याचें नांव **ईराय**. **ईराय** हें सरोवर २३१ मैल लांब व ७० मैल रुंद आहे. हें सरोवर व **आंतेरियो** ह्मणून ६०० मैल घेराचें एक सरोवर आहे. ह्या दोहोंच्यामध्यें एक मोठा विख्यात धबधबा आहे, त्यास **नैगाराचा** धबधबा ह्मणतात. ह्या स्थळीं १४० पासून १६० फूट लंबोचीच्या कड्यावरून पाण्याचा मोठा झोत खालीं पडतो.

खचक्राची दृश्यमान दैनंदिन प्रदक्षिणा.

वांचणाऱ्यानें असें समजावें, कीं आपण एका मोठ्या अफाट मैदानाच्या मध्यभागीं किंवा मोठ्या डोंगराच्या माथ्यावर उभे राहिलों आहों, व तेथून कोणीकडे पाहिलें तरी डोळ्याआड कांहीं येत नाहीं, काळ्या रेघेपर्यंत साफ दिसत आहे, अशास्थलीं तो उभा राहून पाहूं लागला असतां त्यास असें दिसेल, कीं डोईवर गोलार्धासारखें आकाश आहे, व त्या गोलार्धास वर्तुलाकृति मैदानाचा आधार आहे, आणि त्या मैदानाच्या मध्यबिंदूवर आपण उभे आहों. भोंवतालीं ज्या ठिकाणीं आकाश व पृथ्वी ही परस्परांस लागल्यासारखीं दिसतात, असा जो त्या वर्तुलाचा परिघ, त्यास संस्कृत भाषेंत क्षितिज व मराठी भाषेंत काळीरेघ असें

ह्मणतात. जो बिंदु आकाशांत त्याच्या थेट डोईवर असतो, त्या बिंदूस खस्वस्तिक म्हणतात. खस्वस्तिकापासून क्षितिजापर्यंत ९० अंशांचें अंतर असतें; कारण, कीं हें अंतर खवर्तुलाचा एक चतुर्थांश होय, व एका वर्तुलांत एकंदर ३६० अंश असतात. खगोलाचें एक अर्ध मात्र सर्वकाळ दिसतें; व दुसरें अर्ध क्षितिजाखालीं असतें. ह्यास्तव पहाणाऱ्यास एकदम सर्व तारे दिसत नाहींत; तर पाहण्याच्या वेळेस क्षितिजावर जे तारे असतात, तेवढे मात्र दिसतात.

आतां समजा, कीं आपण वर कल्पिलेल्या ठिकाणीं बसलों आहों; आणि आपल्या मनांत असें आहे, कीं आकाशांतून तारे कसकसे फिरतात ते पहावे; तर दिवस मावळून अंधार पडल्यावर आपल्या दृष्टीस काय काय पडेल, त्याचें थोडेसें वर्णन करितों. आपणास प्रथम असें दिसेल, कीं वरच्या आंगास आकाशकटाह आहे, व त्यावर हजारों चमकणारे तारे रत्नांसारखे बसविले आहेत. त्या ताऱ्यां पैकीं बहुतेक ताऱ्यांचा प्रकाश चंचल दिसेल, व कांहीं थोड्यांचा प्रकाश स्थिर दिसेल. पहिल्या प्रकारच्या ताऱ्यांस नक्षत्रें ह्मणतात, व दुसऱ्या प्रकारच्या ताऱ्यांस ग्रह ह्मणतात. नुसत्या डोळ्यांनीं पाहिलें असतां, दुसऱ्या प्रकारचे तारे तीन किंवा चार मात्र दिसतात. परंतु दुर्बिणीनें पाहिलें असतां कांहीं अधिक दिसतात. आतां आपण तसेंच कांहीं वेळपर्यंत एकसारखे पहात बसलों असतां, असें दृष्टीस पडेल, कीं नक्षत्रांचीं परस्परांमधलीं अंतरें जरीं बदललीं नाहींत, तरी क्षितिजापासून त्यांचें अंतर वरच्यावर बदलतें. कांहीं पूर्वेकडेस उगवतांना व कांहीं पश्चिमेस मावळतांना दिसतील. तसेंच सर्वांची गति सारखी दृष्टोत्पत्तीस येणार नाहीं. कांहीं नक्षत्रें आग्नेयी कोणास उगवून व क्षितिजाच्या कडेनें कांहीं थोडा वेळ फिरून मावळतील. कांहीं दुसरीं नक्षत्रें शुद्ध पूर्वेस उगवून आकाशाच्या मध्यभागांतून जाऊन पश्चिमेस अस्त पावतील व कांहीं दुसरीं ईशान्येस उदय पावून व आकाशांत मोठा फेरा घेऊन वायव्येस मावळतांना दिसतील. ह्याप्रमाणें तीन वर्ग झाले. चवथ्या व-

गांतील नक्षत्रें मावळल्यावांचून आकाशांत सतत प्रदक्षिणा करितांना आढळतील. ह्या शेवटल्या वर्गांतील सर्व नक्षत्रें आकाशांतल्या उत्तर प्रदेशीं दिसतात; व बारीक दृष्टीनें पाहिलें असतां, असें दिसून येईल, कीं ह्या नक्षत्रांच्या कक्षा ह्मणजे भ्रमणमार्ग उत्तरोतर लहान होत गेले आहेत; आणि शेवटीं असा एक तारा दृष्टीस पडतो, कीं तो मुळींच फिरत नाहीं. तो अचल दिसतो, व तो सर्व कक्षांचा मध्यबिंदु आहे, किंवा मध्य बिंदूच्या अगदीं जवळ आहे. हा फिरत नाहीं, ह्यावरून ह्यास ध्रुव असें नाव दिलें आहे. ध्रुव या शब्दाचा अर्थ संस्कृत भाषेंत अचल असा आहे. पृथ्वीच्या आंसांतून जाणारी रेषा वाढविली असतां, ती ध्रुवांतून किंवा त्याच्या अगदीं शेजारून जाईल.*

हें नक्षत्रांविषयीं झालें. आतां ग्रह जर पाहिले, तर तेही आकाशांतून फिरून एका आहोरात्रांत पृथ्वीस प्रदक्षिणा करितात असें दिसतें. आतां ग्रहांच्या गतींविषयीं पुष्कळ विशेष आहेत; परंतु एक वेळच्या पाहण्यानें ते विशेष दृष्टीस पडत नाहीत. ते दृष्टोत्पत्तीस येण्यास किती एक दिवस पर्यंत दररोज रात्रीं त्या ग्रहांचें अवलोकन करावें लागतें, तेव्हां त्यांच्या गतींतील ते भेद लक्षांत येतात, नाही तर येत नाहींत. पपरंतु प्रकृत स्थलीं ते भेद सांगण्याचें प्रयोजन नाहीं; म्हणून ते आम्हीं सांगत नाहीं. चंद्र व सूर्य ह्यांच्याही गतींविषयीं वर सांगितलेली गोष्ट लागू आहे.

आतां ह्या स्थळीं विचारणीय गोष्ट ही आहे, कीं आकाशांतील सर्व तारे दररोज फिरतांना दिसतात; ह्याचें कारण काय? काय हे सर्व गोल दिसल्याप्रमाणें वास्तविकच पूर्वेकडून पश्चिमेस जाऊन पृथ्वीस २४ तासांत एकेक प्रदक्षिणा करितात; कीं पृथ्वीच पश्चिमेकडून पूर्वेस फिरून तित-

---

* हें सर्व उदाहरणद्वारा सिद्ध करून दाखवायाचें असल्यास एक कृत्रिम खगोल घेऊन तो विवक्षित अक्षांशावर लावून पूर्वेकडून पश्चिमेस फिरवावा ह्मणजे झालें. कारण प्रत्येक ताऱ्याच्या कक्षेची लांबी व तिचा क्षितिजाशीं तिरपेपणा ही पाहणारा ज्या स्थळीं असतो, त्या स्थलाच्या अक्षांशांवर असतात.

च्या तासांत आपल्या आंसा भोंवतीं एकवेळ प्रदक्षिणा करिते, आणि तेणेंकरून नक्षत्रें वगैरे उगीच फिरल्यासारखीं दिसतात? तर ह्या दोन गोष्टींपैकीं खरी गोष्ट कोणती व विशेष प्रमाणें कोणतीस आहेत, ह्याचा निर्णय करावयाचा.

आपण हलत असतांही असें पुष्कळ वेळ होतें कीं जे पदार्थ स्थिर आहेत असें आपणास पक्कें ठाऊक असतें, ते हलतातसे वाटतात व आपण स्वतः स्थिर आहोंसें वाटतें. आपण गाडींत बसून गाडी सडकेवरून निमुटपणें चालली असतां, आपण सहज खिडकींतून बाहेर पाहिलें तर आपली गाडी स्थिर आहे आणि झाडें व घरें चालताहेत, असा क्षणभर भास पडतो; पण ह्या उदाहरणांत हे स्थिर आहेत, अशी ज्या पदार्थांविषयीं खातरी असते, ते पदार्थ व हलतांना दिसणारे पदार्थ हे परस्परांशीं ताडून पाहिल्यानें आपला वर सांगितलेला भास झाल्या बरोबर क्षणांत नाहींसा होतो; परंतु असें उदाहरण काढिता येईल कीं ज्या ठिकाणीं दोनच पदार्थ दिसतात. व त्या पैकीं हलतो कोणता व स्थिर कोणता ह्याचा निर्णय करितां यावयाचा नाहीं. समजा कीं तुम्ही काळोख्या रात्रीं गलबतावरच्या खोलींत बसला आहा, आणि त्या खोलीच्या खिडकींतून बाहेर पाहतांना एक दिवा हलतांना तुमच्या दृष्टीस पडला; ह्या स्थळीं दोहों पैकीं खरोखर हलतें कोण? गलबत, कीं दिवा, ह्याचा निश्चय तुह्मास अगदीं करिता यावयाचा नाहीं. दिवा एका स्थलाहून दुसऱ्या ठिकाणीं जातांना दिसतो; परंतु हें दर्शन गलबत स्थिर असून दिवा वास्तविक हलल्यानें होईल, किंवा दिवा स्थिर असून तुमचें गलबत हलल्यानेंही होईल. तुमचें गलबत नांगरल्यानें स्थिर झालें असलें आणि दुसऱ्या गलबतावर दिवा असून तें चाललें असलें तर दिवा हलतोसा दिसेल. किंवा दिवा जमिनीवर स्थिर असला, आणि तुमचें गलबत नांगराभोंवती झोके खात असलें किंवा समुद्रांत वाटेनें चाललें असलें, तरीही दिवा हलतांना ह्मणजे स्थलांतर करितांना दिसेल. स्थिर म्हणून पक्का ठाऊक असा तिसरा पदार्थ जर दिसता, तर त्याशीं ताडून पाहून

वास्तविकपणें काय हलतें आहे, दिवा, कीं गलवत, ह्याचा निर्णय होता; पण अंधारामुळें ताडण्याच्या उपयोगीं पडण्यासारखा पदार्थ तुह्मांस दिसत नाहीं; ह्यास्तव दिवा हलतो, किंवा गलवत हलतें, ह्याचा निकाल तुमच्यानें व्हावयाचा नाहीं. आतां दिव्याच्या संबंधानें गलबताची जी स्थिती, तशीच नक्षत्रादिकांच्या संबंधानें आपल्या पृथ्वीची स्थिति आहे. नक्षत्रें वगैरे फिरतांना दिसतात, इचकेंच घेतलें तर दर्शनाची उपपत्ति पृथ्वी स्थिर असून २४ तासांत सर्व नक्षत्रमंडल फिरलें तरी होईल; किंवा नक्षत्रमंडल स्थिर असून पृथ्वी तितक्या तासांत आपल्या आंसा भोंवती फिरली तरी होईल. कोणी फिरलें तरी दर्शन एकसारखेंच होईल; त्यांत भेद पडणार नाहीं. तस्मात् नुस्त्या दर्शनारून कांहीं निश्चय होत नाहीं हें स्पष्ट आहे.

तर, आतां विचारणीय अंश हाच, कीं ह्या वरच्या दोन पक्षांपैकीं विशेष सभवनीय व संयुक्तिक पक्ष कोणता? व विशेष लाघव कोणत्या पक्षांत आहे? ह्मणजे कोणत्या पक्षीं कल्पना फार कराव्या लागत नाहींत?

पृथ्वी दररोज आपल्या आंसा भोंवतीं एक पूर्ण प्रदक्षिणा करिते; असें मानिलें असतां, तिची प्रदक्षिणा होण्याकरितां तिच्या आंगीं नेमस्त वेग मानिला असतां पुरतो; पण पृथ्वी स्थिर आहे आणि तीस आकाशांतले सर्व पदार्थ २४ तासांत एक पूर्ण प्रदक्षिणा करितात, असें मानिल्यास त्या पक्षीं त्या पदार्थांचा असा वेग कल्पावा लागतो, कीं त्याची कल्पना सुद्धां करितां येत नाहीं.. पृथ्वी फिरते यापक्षीं पृथ्वीच्या मध्यवृत्तावरचा प्रत्येक परमाणू २४ तासांत तिच्या सर्व परिघाइतका फिरतो, असें मानावें लागतें. आतां पृथ्वीचा परीघ २५००० मैल आहे. तेव्हां तो प्रत्येक परमाणु एकेका तासांत सुमारें ३००० मैल किंवा एकेका सेकंदांत ५०० यार्ड चालतो, असें जणावें लागेल. हा त्याच्या गतीचा वेग तोफेच्या गोळ्यांच्या वेगाच्या जवळ जवळ आला. आतां हा वेग मोठा झाला खरा; परंतु अन्यपक्षीं जो वेग मानावा लागतो, त्यापुढें हा अगदींक्षुल्लक आहे. सूर्याचें अंतर पृथ्वीपासून ९ कोट ५०

लक्ष मैल आहे; तेव्हा तो जर पृथ्वी भोंवतीं २४ तासांत एक प्रदक्षिणा करितो म्हटलें, तर तो एका तासांत २ कोट ५० लक्ष मैलांजवळजवळ चालतो, असें मानिलें पाहिजे. हा वेग तोफेच्या गोळ्याच्या वेगापेक्षां २०००० पट जास्त झाला. हर्शल नामक एक ग्रह आहे, त्याचें अंतर सूर्याच्या अंतराच्या २० पट आहे. ह्याकरितां तो ग्रह दर रोज एकवेळ पृथ्वी भोंवतीं फिरण्यास त्याच्या अंगीं वरच्या वेगापेक्षां २० पट विशेष वेग मानिला पाहिजे. आतां ह्या दोन उदाहरणांत ज्या वेगाची कल्पना करावी लागते, तो वेग फार मोठा होईल खरा; परंतु नक्षत्रें २४ तासांत पृथ्वी भोंवतीं एक वेळ फिरण्यास त्यांचेठायीं जो वेग कल्पावा लागतो, त्या पुढें वरचा वेग कांहींच नाहीं. पृथ्वीस अत्यंत जवळ जें नक्षत्र आहे, त्याचें ती पासून अंतर निदान२०००००००००००० मैल आहे; हें अंतर २४ तासांत क्रमावयास पदार्थास दर सेकंदास१००००००००० एक अर्व मैलापेक्षां अधिक चाललें पाहिजे.हा वेग ह्मणजे आपल्या कल्पनेच्या फारच पलीकडे गेला असें ह्मटलें पाहिजे, पण बहुतेक नक्षत्रांचें अंतर वरच्या अंतरापेक्षां अनंतपट अधिक आहे. ह्यास्तव त्यांचेंठायीं वरच्यापेक्षां अनंत पट जलद गति मानावी लागेल. ह्या उपपादनावरून जर पाहिलें तर असें स्पष्ट दिसतें, कीं इतर सर्व अंतरालगत गोल फिरण्यापेक्षां पृथ्वी फिरण्यांत पराकाष्टेचें लाघव आहे, म्हणजे वर सांगितलेलें दर्शन पृथ्वीस फिरवून उत्पन्न करितां येत असतां, त्याकरितां सर्व खचक्र फिरवण्याचा उपाय परमेश्वर योजील, असें आपलें मन घेत नाहीं, हें पृथ्वी फिरते ह्यासिद्धांताचें एक प्रमाण झालें.

२ ह्या सिद्धांतास दुसरे प्रमाण ह्या गोलांचें निरनिराळें महत्व होय. आकाशांत जे ग्रह दिसतात त्या पैकीं तीन पृथ्वीपेक्षां फारच मोठे आहेत. वृहस्पति पृथ्वीपेक्षां १५०० पट मोठा आहे; शनि ९०० पट मोठा आहे व हर्शल ८० पट मोठा आहे. सूर्याची विशालता पाहिली तर तो तीपेक्षां दाहालक्षपटपिक्षां सुद्धां पुष्कळ मोठा आहे, व प्रत्येक नक्षत्र सूर्याएवढें वि-

शील असावें असा ज्योतिषवेत्त्यांचा तर्क आहे. ह्याप्रमाणें ह्या गोलांचें निरनिराळें महत्व आहे. तर ह्यावरून विचारी पुरुषांनीं मनांत आणावें कीं तुलना करून पहातां अगदीं क्षुल्लक जो हा भूगोल, ह्याच्या भोंवतीं त्यापेक्षां इतके मोठे गोल फिरवणें ही गोष्ट तारतम्य बुद्धीस व ईश्वराच्या अपारचातुर्यास अनुगुण आहे किंवा विपरीत आहे? ह्या प्रश्नास कोणतें उत्तर पडेल ह्याविषयीं संशयच नको. (सोळावी आकृति पहावी)

३ पृथ्वी आपल्या आंसा भोंवतीं फिरते, ह्याविषयींचें अत्यंत सबल प्रमाण तिच्या आकारावरून व तिच्या पृष्ठभागावर कितीएक ठिकाणीं तिच्या गुरुत्वाकर्षणांत जो फेरफार आढळतो, त्यावरून प्राप्त होतें. अनुभवावरून असें समजलें आहे कीं, ध्रुवाजवळच्या देशांतलीं घड्याळें विषुववृत्तावरच्या देशांत आणिलीं असतां, तीं तेथें पुष्कळ मंद चालतात. उदाहरण, लंदन शहरांत लाविलेलें घड्याळ विषुववृत्तावर जर आणिलें, तर तें बरोबर चालण्यास त्याचा लंबक एक षष्ठांश अखूड करावा लागतो. तर ह्या मंदपणाचें कारण काय? आतां असें म्हणावें, कीं विषुववृत्तावरचे देश उष्ण फार आहेत व उष्णतेच्या ठिकाणीं धातु वाढवण्याचा गुण आहे; ह्यास्तव विषुववृत्तावर उष्णतेनें धातूचे केलेले लंबक लांब होतात. तर हेंही म्हणतां येत नाहीं; कारण कितो व कायेनी अशीं अमेरिका खंडांत दोन स्थलें आहेत, हीं दोन्ही विषुववृत्ताच्या नजीक आहेत. त्यांपैकीं कितो ही जागा इतकी थंड आहे, कीं ती प्राय: बर्फानें आच्छादित असते, व कायेनीस विशेष थंडी नाहीं, तरी त्या दोहों ठिकाणीं घड्याळाचा मंदपणा सारखाच असतो. तेव्हां तो उष्णतेनें होतो असें म्हणवत नाहीं. आतां आणखी कोणी असें ह्मणेल, कीं विषुववृत्तावर पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षण कमी असतें; ह्यामुळें तेथें लंबक मंद चालतो. तर असें म्हणूनही निर्वाह होत नाहीं. कारण पृथ्वीच्या मध्य बिंदूपासून विषुववृत्त विशेष दूर असल्यामुळें गुरुत्वाकर्षणांत भेद पडून जितका मंदपणा लंबकाच्या गतींत यावा, तितका वजा देऊनही आणखी जास्त मंदपणा उरतो;

ह्मणजे गुरुत्वाकर्षण कमी असल्यामुळें घड्याळ जितकें मंद चालावें, त्यापेक्षां जास्त मंद चालतें. तेव्हां ह्या जास्त मंदपणाची उपपत्ति केली पाहिजे. ती उपपत्ति, पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवतीं फिरते असें मानिलें ह्मणजे बरोबर होते. ती अशी, कीं पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवतीं फिरूं लागली ह्मणजे, तिच्या आंगीं ध्रुवोत्सारक प्रेरणा उत्पन्न होते, व ह्या प्रेरणेच्या आंगीं तिच्या पृष्ठभागावरचे गुरुत्वाकर्षणाचा जोर कमी करण्याचा गुण आहे. आतां ही ध्रुवोत्सारक प्रेरणा जितक्या पाहिजे तितक्या जोराची संभवेल. ती इतक्या जोराची कल्पितां येईल, कीं तिच्या जोरापुढें गुरुत्वाकर्षणाचें कांहीं चालणार नाहीं, व तिच्या जोरानें पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरचें पाणी साफ उडून जाईल. जसें कुंचा पाण्यांत बुचकळून तो हातांत घेऊन जोरानें गरगर फिरविला असतां, त्याचे ठायीं ध्रुवोत्सारक प्रेरणा जोराची उत्पन्न होऊन तिच्या योगानें त्यांतलें पाणी उडून जातें. किंवा ती प्रेरणा इतकी मंद कल्पितां येईल की विषुववृत्तावरचे उंच जे प्रदेश, त्यांवरचें सर्व पाणी ध्रुवाजवळच्या सखल प्रदेशीं वाहून जाण्यास तिच्या योगानें प्रतिबंध व्हावयाचा नाहीं. तर आतां हा गणिताचा विषय झाला, कीं पृथ्वीच्या आंगीं किती जोराची गति मानिली असतां, तिच्या सर्व पृष्ठभागावर सारखें पाणी राहील, व विषुववृत्तावर घड्याळ मंद चालण्याकरितां जितका तिच्या गुरुत्वाकर्षणाचा जोर कमी झाला पाहिजे, तितका तो कमी होईल. आणि ह्या हिशोबावरून तिच्या गतीच्या ठायीं जितका वेग निघतो, तो व तिनें २४ तासांत आपल्या आंसा भोंवतीं प्रदक्षिणा केली असतां तिच्या गतींत जितका वेग येईल तो हे दोन्ही अगदीं बरोबर जमतात. ह्यावरून पृथ्वी आपल्या आसां भोंवतीं एका अहोरात्रांत एकदां फिरते, हें निःसंशय सिद्ध होतें.

साधारण वायूच्या आंगच्या यांत्रिक शक्ति, म्हणजे गति उत्पन्न करणारे गुण.

वायुरूप पदार्थ बहुत आहेत, त्या सर्वांमध्यें मुख्य म्हटला म्हणजे,

आपण ज्याच्यायोगानें श्वासोच्छ्वास करितो. असा जो साधारण वायु तो होय. ह्या वायूचें पृथ्वीच्या सभोंवतीं आवरण म्हणजे वेष्टन आहे; त्यास वातावरण म्हणतात. ह्या वायूच्या यांत्रिक शक्तींमध्यें मुख्य शक्ति म्हटली म्हणजे त्याच्या आंगचा स्थितिस्थापकपणा होय. हा वायु जसजसा दाबावा तसससा संकुचित होतो, व दाब जसजसा कमी होईल तसतसा पुनः फुगतो. दाबला असतां आपोआप फुगण्याचा जो हा गुण, त्यास स्थितिस्थापक गुण किंवा स्थितिस्थापकपणा म्हणतात. उष्णतेचा असा गुण आहे, कीं पदार्थास तिचा संबंध झाला असतां, त्याचे अवयव एकमेकापासून दूर दूर होऊं लागतात. ह्या क्रियेस उत्सरण किंवा प्रसरण अशीं नावें दिलीं आहेत. पदार्थाच्या अवयवांमध्यें स्नेहाकर्षण जसजसें फार किंवा कमी असतें, त्याप्रमाणें उष्णतेनें त्यांचेठायीं क्रमानें कमी किंवा फार प्रसरण घडतें. त्याप्रमाणें गुरुत्वाकर्षणही प्रसरणशक्तीस प्रतिबंध करितें. असो. आतां वायूच्या अवयवांच्या आंगीं स्नेहाकर्षण मुळींच नाहीं, ह्यास्तव त्यांचेठायीं उष्णतेच्या प्रसरणशक्तीस गुरुत्वाकर्षणाखेरीज़ दुसरें कांहीं प्रतिबंधक नाहीं. ह्याकरितां साधारण वायूंत थोडी उष्णता आली, तरी तेव्हडीनेंच तो पुष्कळ फुगतो, व ती थोडी कमी झाली, तरी त्याच मानानें त्याचें आकुंचन होतें.

वजन किंवा गुरुत्वाकर्षण हें साधारण वायूच्या आंगची दुसरी मोठी यांत्रिक शक्ति होय. हें वजन, त्याच्या आंगीं आपणास सामान्यतः वाटते, त्यापेक्षां फार अधिक आहे. हें खरें, कीं वायूचे घटकावयव पराकाष्ठेचे सूक्ष्म आहेत व पराकाष्ठेचे सूक्ष्म जे अवयव, ते फारच हलके असले पाहिजेत; परंतु वातावरणांत असे सूक्ष्म अवयव किती आहेत, हें आपण मनांत आणावें, म्हणजे त्याचें वजन किती असेल, ह्याची कल्पना येईल. वातारवणाची उंची पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारें ४९ मैल आहे अशी अटकळ आहे; व त्याचें वजन इतकें आहे, कीं हवा अत्यंत जड असते, तेव्हां साधारण उंचीच्या माणसावर त्याचें ओझें सुमारें पंधरा टन म्हणजे सुमारें एकूणीस खंडी इतकें पडतें. हें वजन शरीरावर सर्वत्र सारिखा

दाब घालतें म्हणून बरें आहे. नाहींतर, तें क्षणभर देखील सोसवलें नसतें. सर्वत्र सारखा दाब पडल्यावर ह्यापेक्षां अधिक वजन असलें तरी चालेल. माणसानें पाण्यांत बुडी मारिली असतां, त्याच्या आंगावर वातावरणाचें वजन असून पाण्याचें ही वजन असतें, आणि तें सर्व तो सहन करितो; पण नुसत्या खांद्यावर किंवा डोईवर किंवा दुसऱ्या कोणत्याही अवयवावर एकूणीस खंडी तर नकोच; पण मण दोन मणांचें ओझें जरी ठेविलें तरी माणूस तितक्या भारानें अगदीं चेंपून जाईल. ह्याखेरीज आपल्या शरिरांत वायु आहे, त्याचा आंतून दाब पडून तेंणेंकरून बाहेरला वायूचा दाब तोलला जातो, म्हणून तो आपल्या अनुभवास येत नाहीं. वातावरणाच्या वजनानें आपणास पीडा होत नाहींच; पण ऊलटें तें आहे ह्मणून आपलें जीवन झालें आहे. तें जर काढून टाकिलें, तर आपल्या शरिरांतल्या वायुच्या दाबास बाहेरल्या दाबाचा प्रतिबंध नाहींसा होऊन, तो आपली शरीरें फोडून बाहेर पडेल, आणि तेंणेंकरून आपण एका क्षणांत मरून जाऊं. ह्या गोष्टीचा प्रत्यय पाहणें असल्यास वाताकर्षक यंत्रानें निर्वात केलेल्या प्रदेशांत बेडुक वगैरे प्राणी टाकावे; ह्मणजे त्यांची शरीरें तात्काल उकलतात. वायूचें वजन किती आहे, हें प्रयोग व हिशोब ह्यांवरून काढिलें आहे. एक इंच लांब रुंद क्षेत्रावर वातावरणाच्या शेवटापर्यंत जितका वायु राहतो त्याचें वजन हवा अत्यंत जड असली म्हणजे १९ पौंड म्हणजे साडेसात शेर भरतें. ह्यावरून आपल्या शरिराच्या प्रत्येक चौरस इंचावर १९ पौंडाचें ओझें आहे. आतां, सर्व वातावरणाचें एकंदर वजन काढणें असल्यास भुगोलाच्या सर्व पृष्ठभागाचे एकंदर चौरसइंच काढून त्यास १९ नीं गुणावें, आणि जो गुणाकार येईल, तितकें पौंड वातावरणाचें एकंदर वजन झालें. हा हिशोब कोणी गणितज्ञांनीं केल्यावरून वातावरणाचें एकंदर वजन सुमारें ५०००,०००,०००,०००,०००,इतकें टन भरलें आहे. एका टनांत सुमारें सव्वा खंडी असते. ह्यावरून वरच्या संख्येची सव्वापट केली असतां, तें वजन खंडींच्या रुपानें निघेल. लवकर पाऊस पडावयाचा असला, किंवा तुफान व्हावयाचें असलें, तर तें

अगोदर समजण्याकरितां एक यंत्र केलें असतें, त्यास इंग्रजित बेरामेतर व आपल्या भाषेंत भारमापकयंत्र ह्मणतात. ह्या यंत्राचेंयोगानें साधारण वायूचें वजन कळतें. ह्या यंत्राची रचना पराकाष्ठेची सोपी आहे. सुमारें तीन फुट लांब व एकींकडून बंद व दुसऱ्या आंगानें खुली अशी कांचेची नळी घेऊन ती पाऱ्यानें भरावी. नंतर तिच्या मोकळ्या तोंडावर बोट देऊन ती उलटी करून एका पात्रांत पारा घालून त्या पाऱ्यांत तिचें तें मोकळें शेवट बुडवावें. नंतर आपलें बोट काढून घेतलें असतां, प्रवाही पदार्थ सारख्या उंचीनें राहतात म्हणजे एकमेकांस सारखें दाबतात असा जो सामान्य नियम आहे, त्याप्रमाणें नळींतला पारा खालीं उतरेल असें आपणास वाटतें; परंतु तसें होत नाहीं; तर पारा नळींतून थोडासा मात्र खालीं उतरतो, आणि बाकीचा तसाच नळींत राहतो. जितक्या वरच्या जागेंतला पारा उतरतो, तितकी जागा रिकामी पडते, म्हणजे तेथें वायु वगैरे कांहीं असत नाहीं. ही जी गोष्ट घडते तिची उपपत्ति अशी आहे, कीं नळीच्या वरच्या बाजूस, पारा ज्या प्रदेशांतून निघून जातो, तो प्रदेश अगदीं रिकामा पडतो, ह्यास्तव नळींतल्या पाऱ्यावर वातावरणाचा दाव नाहींसा होतो, व बाहेर पात्रांतल्या पाऱ्यावर त्याचा दाब असतो, आणि बाहेरच्या पाऱ्यावरचा वातावरणाचा तो दाब नळींतल्या पाऱ्यास वर राखतो, खालीं पडूं देत नाहीं. म्हणजे ह्यांतलें तत्व इतकेंच कीं नळींतला पारा व वातावरणांतला वायु हे एकमेकांस सारख्या जोरानें दाबतात. पारा आपल्या जोरानें बाहेर यावयास करित असतो, व वातावरण आपल्या जोरानें त्यास आंत ढकलीत असतें. आणि ह्या स्थळीं पारा व वातावरणांतला वायु ह्या दोन प्रवाहीं पदार्थांच्या दाबाचें साम्य झाल्यानें आंतला पारा व बाहेरला पारा ह्यांच्या दाबांचें साम्य नाहींसें होतें. भारमापक यंत्राचे मुख्य व आवश्यक अवयव ह्मटले ह्मणजे वर सांगितले एवढे मात्र होत. ह्यांखेरीज दुसरे जे भाग असतात, ते विशेष सोईकरितां असतात. आतां हें यंत्र टांगतां यावें म्हणून पाऱ्याचें पात्र व नळी हीं एका फळींत बसवलेली असतात. व नळींतला पारा कि

ती उंच चढला, हें समजण्याकरितां त्या फळीवर अंश मांडिले असतात, व पाऱ्याची उंची विशेष सूक्ष्मरितीनें समजावी म्हणून पुढें मागें सरणारी अशी धातूची एक पट्टी त्या फळीस लाविलेली असते. भारमापकांत पारा बहुतकरून २७ इंच उंचअसतो; परंतु हवेंत फेरफार झाल्यानें वातावरणाचें वजन कमजास्त होतें व तें कमजास्त झाल्यानें भारमापकांतला पारा खालवर होतो. हवा रुक्ष असली ह्मणजे पारा पराकाष्ठेचा वर जातो, व ती ओली असली म्हणजे तो पराकाष्ठेचा खालीं येतो [सतरावी आकृति पहावी.]

वातावरणाचा दाब समजल्यापासून व्यवहारांतल्या शेकडों साधारण गोष्टींची उपपत्ति कळते. भांड्यांतून पाण्याचा घोट घेऊं लागलों असतां पाण्यास तोंड लावून तें आंत घेण्याकरितां जो यत्न करितों, तेणेंकरून तोंडांतला वारा संकुचित होऊन तेथें रिकामी जागा होते, व बाहेरच्या पाण्यावर वातावरणाचा दाब बसतो; ह्यामुळें तें तोंडांतल्या रिकाम्या जागेंत शिरतें. मोठ्या पाटावर भांडें पालथें ठेवून त्याच्या तोंडाच्या कडेस शेण वगैरे लावून आंतल्या व बाहेरच्या वाऱ्याचा संबंध बंद केला असतां, तें भांडें उचलूं लागल्यास त्याबरोबर पाट उचलतो, त्याचें कारणही वातावरणाचा दावच होय. पोटास भांड्यांच्या तुंबड्या लाविल्या असतां चिकटण्याचें बीज हेंच आहे. तसेंच बंबांत व पिचकाऱ्यांत पाणी चढतें; माशांस व मुंग्यास वगैरे तक्तपोशीच्या खालच्या बाजुवरून चालतां येतें; अभिषेकपात्राच्या तोंडावर हात ठेविला असतां, त्यांतून पाणी गळण्याचें बंद होतें; इत्यादि अनेक गोष्टींचें कारण वातावरणाचा दाब होय.

मिश्र ह्मणजे संयोगजन्य पदार्थ.

सामान्य वायु आणि पाणी.

दोन किंवा अधिक शुद्ध पदार्थांचा संयोग होऊन जे पदार्थ होतात; त्यांस रसायनशास्त्रांत मिश्र पदार्थ अशी संज्ञा केली आहे. हे मिश्र पदार्थ अनंत आहेत; पण त्या सर्वांत सामान्य वायू, ज्याच्यायोगानें प्रा-

णी श्वासोच्छ्वास करितात, तो व पाणी ह्यांसारखे महत्वाचे दुसरे कोणतेही नाहींत; ह्यास्तव त्यांचें थोडेसें वर्णन करितों.

वायूचें सर्व पृथ्वी सभोंवतीं एक वेष्टन आहे, त्यास वातावरण असें ह्मणतात. हा वायू पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळें तिच्या पृष्ठभागावर राहिला आहे; व पृथ्वी ह्या वातावरणासहवर्तमान सूर्यासभोंवतीं प्रदक्षिणा करिते. प्राचीनकाळचे विद्वान् वायु हा शुद्ध पदार्थ आहे, असें मानीत असत; परंतु अर्वाचीन रसायनवेत्ते हा पदार्थ संयोगजन्य आहे असें सिद्धकरून दाखवितात. साधारण वायु दोन वायुरूप शुद्ध पदार्थांच्या संगोनें झाला आहे; ह्याविषयीं संशय आतां राहिला नाहीं. ह्या दोन पदार्थांपैकीं एकाचें नांव आक्सिजन व दुसऱ्याचें नांव नैत्रोजन. वातावरणांतला शंभरमापें शुद्ध वायु घेऊन त्याचें पृथक्करण केलें असतां, त्यांत २० मापें आक्सिजन ८० मापें नैत्रोजन असें सांपडतें; पण हीं गोष्ट शुद्धवायूची होय. आतां वातावरणांतला वायु अगदीं शुद्ध कधींही असत नाहीं, त्यामध्यें कार्बानिक आसिद नामक वायु व पाण्याची वाफ हीं थोडींबहुत सर्वकाळ असतात, व ह्याखेरीज फुलांतले वगैरे पराग, कापूरवगैरे चंचल पदार्थांचे परमाणु त्यांत मिसळलेले असतात. वातावरणांत कार्बानिक आसिद फार असलें, तर शंभर भागांत एक भाग ह्या मानानें असतें. ह्यापेक्षां जास्त कधींही असत नाहीं, व बहुतकरून म्हटलें ह्मणजे तें हजारांत एक भाग किंवा दोन हजारांत एक भाग ह्या मानानें असतें. वायूच्या आंगीं जे मुख्य मुख्य रसायन धर्म आहेत, ते त्यांत आक्सिजन असल्यामुळें आले आहेत. ज्या वायूंत आक्सिजन नसतो त्यानें श्वासोच्छ्वास व दहन हीं होत नाहींत; व धातु त्यांत घालून तापविले असतां त्यास विकार घडत नाहीं. खानिज पदार्थ व मेलेले सेंद्रिय पदार्थ म्हणजे मेलेली झाडें आणि प्राणी, ह्यांच्याठायीं अनेक जे आपोआप विकार घडतात; ते त्या त्या पदार्थांशीं आक्सिजनाचा रसायनरीतीनें संयोग होऊन होतात. आक्सिजन वायु प्राणधारणास अवश्यक आहे खरा; तथापि निरानिराळ्या ठिकाणीं व निरानिराळ्या काळीं हवा चांगली असते, तो चांगलेपणा, त्या त्या स्थळीं व त्या त्या काळीं वातावरणांत

आक्सिजन कांहीं विशेष मानानें असल्यानें आला असतो, असें दिसत नाहीं; उलटें असें दिसतें कीं एका स्थळाच्या वातावरणांत सर्वकाळ सारख्या मानानें आक्सिजन असतो इतकेंच नाहीं; तर पृथ्वीवर सर्व स्थळीं, मग तीं स्थलें किती उंच असोत, किंवा कितीही सखल असोत, तेथच्या वातावरणांत आक्सिजनाचें मान ह्मणून एकसारखें सांपडतें. अत्यंत उंच जे पर्वत आहेत त्यांच्या माथ्यावरचा वायु घेऊन त्याचें पृथक्करण करून पाहतां व अत्यंत सखल ज्या खोऱ्या आहेत, त्यांतल्या वायूचें पृथक्करण करून पाहतां, दोन्हींत आक्सिजन सारखाच आढळला आहे. फार तर काय, दलदलीवर जो वायु असतो व रोगिष्ट जागीं जो वायु असतो, त्या वायूच्या आंगचे मारक गुण त्यांत आक्सिजन कमी असल्यानें आले आहेत, असें देखील ह्मणतां येत नाहीं; तर त्या गुणांचें जें काय कारण असेल, तें फार सूक्ष्म आहे; तें रसायन शास्त्रास अद्यापि सांपडलें नाहीं.

पृथ्वीवरील जितकी दहन क्रिया होते, व तीवर जितकी प्राण्यांची श्वास क्रिया होते, व धातु गंजणें व पदार्थ कुजणें वगैरे सृष्टींत अनेकविध रसायन व्यापार होतात, त्या सर्वांस आक्सिजन वायु आवश्यक आहे, त्यावांचून ते व्हावयाचे नाहींत. ह्यावरून तो वायु वातावरणांतून पुष्कळ नाहींसा होत असेल व हा पुनः उत्पन्न करणारे दुसरे कांहीं व्यापार नसतील तर तो उत्तरोत्तर कमी होत जाईल; पण तो कमी होतोसें दिसत नाहीं; ह्यावरून त्यास उत्पन्न करणारे कांहीं व्यापार सतत चालू आहेत, असें स्पष्ट दिसतें; पण ते व्यापार कोणते असा प्रश्न केला असतां, हल्लीं आपणास एक मात्र तसला व्यापार ठाऊक आहे—तो व्यापार उद्भिजांचें वाढणें होय. झाड चांगलें निरोगी असलें, ह्मणजे तें वातावरणांतलें कार्बानिक आसिद दिवसभर शोषित असतें, व त्या आसिदांतला कार्बान त्याच्या आंगांत मिळून बाकी राहिलेला आक्सिजन बाहेर पडतो. * आतां रात्रीं उलट व्यापार घडतो.

* कार्बानिक आसिद हा मिश्र पदार्थ कार्बान व आक्सिजन ह्या दोहोंच्या संयोगानें झाला असतो.

झाड रात्रींचें आक्सिजन शोषतें, व कार्बानिक आसिद बाहेर टाकितें; हें खरें आहे, तथापि अशी कल्पना करण्यास आधार आहे, कीं चोवीस तासांत झाडें जितकीं आक्सिजन शोषितात, त्यापेक्षां तो तीं अधिक बाहेर टाकितात.

पाणी हें आक्सिजन व हैद्रोजन ह्यांचा संयोग होऊन होतें, असें रसायनशास्त्राच्या आधारानें सिद्ध झालें आहे. ह्या दोन घटकावयवांचें प्रमाण वजनानें म्हटलें असतां ८ आक्सिजन व १ हैद्रोजन असें आहे; व मापानें म्हटलें असतां १ आक्सिजन व २ हैद्रोजन असें आहे. पाण्याच्या योगानें पुष्कळ मिश्र पदार्थ उत्पन्न होतात, व शक्ति त्याच्या आंगीं येण्याचीं कारणें दोन दिसतात. पुष्कळ निरनिराळ्या प्रमाणांनीं इतर पदार्थांशीं रसायनरीत्या संयोग पावण्याचा त्याचा गुण हें एक, व त्याच्या घटकावयवांचा गुण हें दुसरें. पुष्कळ पदार्थांशीं त्याचा साक्षात् संयोग घडतो. किती एकांशीं निरनिराळ्या प्रमाणांनीं घडतो, व कितीएकांशीं नियमित प्रमाणानें मात्र घडतो. पहिल्या प्रकारचें उदाहरण असें कीं पाण्यांत दूध, साखर तुरटी वगैरे पदार्थ कोणत्याही प्रमाणानें घातले तरी त्यांशीं संयोग पावतात. दुसऱ्या प्रकारचें उदाहरण म्हटलें ह्मणजे, कितीएक आसिदें, आल्कली, व क्षार पाण्याशीं नियमित प्रमाणानें संयोग पावतात.

सृष्टिक्रमानें उत्पन्न होणाऱ्या पाण्यांत अत्यंत शुद्ध पाणी म्हटलें ह्मणजे, ताजें पडलेलें हिम वितळून जें पाणी होतें तें, व घरांपासून दूर अंतरावर स्वच्छ भांडीं ठेवून त्यांत जें पावसाचें पाणी धरावें, तें, हीं मात्र होत, पण हें पाणी सुद्धां, अगदीं शुद्ध असत नाहीं. कारण वाताकर्षक यंत्रानें अगदीं रिकाम्या केलेल्या पात्रांत तें ठेविलें असतां, त्यांतून वायुरूप पदार्थाचे बुडबुडे बाहेर येतात, व ह्या वायूंत साधारण वायूंतल्यापेक्षां आक्सिजन अधिक असतो. जें पाणी आकाशांतून जमिनीवर पडतें, त्या सर्वांत मातीचे व क्षारांचे परमाणू थोडेबहुत शिरतातच; व त्यांतून ते काढून टाकावयाचे असल्यास अर्क वगैरे काढण्याच्या

यंत्राप्रमाणें एक यंत्र असतें, त्यांत तें घालून त्याची वाफ करून तिचें पुनः पाणी जेव्हां करावें, तेव्हां ते मातीचे वगैरे परमाणु अगदीं निघून जातात. ह्या कृतीनें तयार केलेलें पाणी मात्र अगदीं शुद्ध होतें.

उष्णतेच्या योगानें पाण्यावर मोठें चमत्कारिक एक कार्य उत्पन्न होतें, व तें विशेषेंकरून सांगण्यासारखें आहे, ह्मणून तें सांगतों. उष्णतेचा सामान्य नियम असा आहे, कीं पदार्थास तिचा संबंध झाला असतां ते फुगतात, व त्यांतून ती गेली असतां ते आकुंचित होतात; पण हा सामान्य नियम पाण्यास काहींअंशीं मात्र लागू होतो, सर्वांशीं लागू होत नाहीं. बर्फ पाण्यांत टाकिलें असतां, तरतें, ह्यास्तव तें पाण्यापेक्षां हलकें असलें पाहिजे, आणि ह्यावरून असें स्पष्ट दिसतें, कीं पाणी थिजूं लागलें असतां फुगतें. आतां ही फूग किती येते ह्याचा हिशोब करून ती एक तृतीयांश येते, असें समजलें आहे. ही फूग येऊं लागली म्हणजे अत्यंत चमत्कारीक गोष्ट अशी घडते, कीं पाण्याच्या आंगीं एकदम पराकाष्टेचा जोर येतो. बाघल नामक एक विद्वान् होता, त्यानें तीन इंच व्यासाची एक पितळेची नळी पाण्यानें भरून तिच्या तोंडास हलता दट्या बसविला, व त्या दट्यावर ७४ पौंडाचें वजन ठेविलें होतें, तरी पाणी थिजून जेव्हां फुगलें, तेव्हां त्यास इतका जोर आला कीं तो दट्या उडून बाहेर पडला. इंग्लंद वगैरे देशांत पराकाष्टेची थंडी पडून पाणी थिजतें, तेव्हां पाण्याचे नळ उकलतात व बांध उकलतात, त्याचें कारण हा जोरच होय. आतां पाणी गोठतें तेव्हांच फुगतें असें नाहीं, तर थिजण्याचे अगोदर बराच वेळ तें पसरूं लागतें. डाकतर होप ह्मणून एक विद्वान होता, त्यानें ह्याविषयीं किती एक प्रयोग केल्यावरून असें स्पष्ट सिद्ध झालें, कीं ४० अंशांपर्यंत उष्णता उत्तरेपर्यंत पाण्यास उष्णतेचा सामान्य नियम लागू असतो; म्हणजे तोंपर्यंत जसजशी उष्णता कमी करावी, तसतसें पाणी संकोच पावत जातें; पण ह्यापेक्षां उष्णता कमी होऊं लागली म्हणजे पुढें पाणी संकोचित न होतां उलटें फुगूं लागतें.

पाणी गोठतांना फुगतें, ह्याचें कारण असें सांगतात, कीं त्या वेळीं त्याच्या अवयवांची नवीन चमत्कारिक रचना होऊं लागते, व त्या रचनेनें तें अधिक जागा व्यापितें. वास्तविक पाहिलें असतां बर्फ हें कांच्या बनलेलें पाणी होय, व तें होऊं लागलें म्हणजे त्याच्या अवयवांच्या रांगा एकावर एक आडव्या बसूं लागतात, ह्यामुळें पाण्यास द्रवावस्थेपेक्षां ह्या अवस्थेंत अधिक जागा लागूं लागते; पण गोठण्याच्या पूर्वीं पाणी कां फुगतें, हें अद्यापि चांगलें समजत नाहीं. अशी एक कल्पना करितात, कीं पाणी गोठलें असतां, त्याच्या अवयवांस जी विशेष रचना प्राप्त होते, ती उत्पन्न होण्यास तें द्रवावस्थेंत असतांच प्रारंभ होतो. आतां पाण्याच्या आंगची उष्णता कमी झाली असतां त्याचें महत्व वाढतें, ह्याचें रसायनरीत्या काय कारण असेल तें असो; परंतु त्याचा उद्देश उघड आहे. असें जर न होतें, म्हणजे पाण्यांतली उष्णता कमी झाल्यानें त्याचें विशिष्टगुरुत्व जर पहिल्यापेक्षां जास्त झालें असतें, तर सृष्टीची विद्यमान रचना अगदीं विघडून गेली असती, व आपणास हल्लीं जीं सुखें प्राप्त होतात, त्यां पैकीं बहुतेक सुखें मिळालीं नसतीं. फार तर काय कदाचित् आपला जीव सुद्धां धोक्यांत पडला असता. तशी स्थिति जर असती, तर थंडीच्या दिवसांत थंड देशांतल्या सर्व नद्या सर्व तळीं ह्यांचें वरचें पाणी गोठून बर्फाचे थर होऊन जाते व थर खालच्या पाण्यापेक्षां विशेष जड होऊन खालीं तळाशीं जाते व त्या मागून लागलेंच दुसरे बर्फाचे थर बनून ते पहिल्या थरांवर जाऊन बसते. ह्याप्रमाणें पुढें क्रम चालून शेवटीं कांहीं वेळानें सर्व नद्या व तळीं वगैरे वरपासून तळापर्यंत गोठून कठीण बर्फाचे खडक बनून राहते; असें, कीं ते वितळावयास सगळा उन्हाळा सुद्धां पुरला नसता. पाणी पातळ असल्यामुळें जीं कितीएक सुखें व सोई आपणास प्राप्त होतात, त्यां पैकीं बहुतेक नाहींतशा होत्या व पृथ्वीवर हल्लीं जी शोभा दिसते, ती नसून जिकडे तिकडे बर्फ दिसतें. निदान सर्व थंड देशांत तरी अशी स्थिति होती ह्यांत संशय नाहीं; परंतु सृष्टिकर्त्यानें बहुतेक पातळ पदार्थांहून पाण्याविषयीं निराळा नियम केल्यामुळें

बर्फ पातळ पाण्यावर तरून त्यांस आच्छादितें आणि तेणेंकरून थंडी खालचे पाण्यास न लागतां तें तसेंच पातळ राहतें; आणि तसें झाल्यानें वर सांगितलेले सर्व अनर्थ बंद होतात. तस्मात् सामान्य नियमास हा अपवाद केल्यानें महा कल्पक जो **परमेश्वर**, त्यानें आपलें केवढें चातुर्य प्रकट केलें आहे व प्राण्यांस सुख होण्याची केवढी काळजी दाखविली आहे, ती पाहून चित्तास फारच चमत्कार वाटतो.

रुधिराभिसरण म्हणजे शरिरांत रक्ताचें फिरणें.

शरिराच्या सर्व भागीं रक्त जाण्याकरितां रक्तवाहिन्यांची जी रचना केली आहे, ती मोठ्या शहरांत सर्वत्र पाणी नेण्याकरितां नळांची जी रचना करितात, ती सारखी कांहीं अंशीं आहे. **लंदन** शहरांत रस्तोरस्तीं व घरोघरीं नळांचें पाणी नेलें आहे, त्याचा प्रकार असा आहे. एक मोठा खजिना आहे, तेथून मोटमोठे महल्यांत मोठमोठे नळ गेले असतात. ह्या मोठमोठ्या नळांपासून लहान लहान नळ निरनिराळ्या रस्त्यांत व गल्लयांत व बोळांत गेले असतात, व त्या नळांपासून लहान लहान नळ्यांनीं तें पाणी घरोघर नेलें नसतें. हृदयांतून शेवटपर्यंत ज्या वाहिन्यांनीं रक्त जातें, त्यांची रचना अगदीं अशीच आहे; पण ह्यापुढें मात्र सादृश्य चालत नाहीं. मनुष्याच्या शरिरांत विशेष एक तजवीज करावी लागते. **लंदन**च्या लोकांनीं पाणी हवें तितकें नासलें तरी चिंता नाहीं, पण रक्ताची गोष्ट तशी नाहीं. रक्तवाहिन्या ज्यांस धमन्या म्हणतात, त्यांनीं हृदयांतून बोटांपर्यंत नेलेलें रक्त पुनः हृदयांत परत आलें पाहिजे. कारण तें सर्व शरिरांत सतत फिरत असण्यावर आपलें आरोग्य आहे.

हा उद्देश सिद्धीस जाण्याकरितां म्हणजे धमन्यांनीं शरिरांत पसरलेलें रक्त हृदयांत परत घेण्याकरितां, दुसऱ्या वाहिन्यांची योजना केली आहे. रक्त परत आणणाऱ्या ह्या वाहिन्यांस शिरा म्हणतात. ह्यांची शेवटें धमन्यांच्या शेवटांस जोडिलेलीं असतात, ह्यामुळें धमन्यांतलें रक्त ह्यांत शिरून तें त्यांच्या वाटें पुनः हृदयांत परत येतें. धमन्या व शिरा

ह्या दोन्हींची रचना दिसण्यांत सारखीच आहे, पण त्यांच्या कामांत मात्र भेद आहे. धमन्या सर्व शरिरांत शुद्ध रक्त पोहोंचवितात व तें उपयोगी पडून खराब झालें, म्हणजे तें सर्व जमवून शिरा त्यास पुनः शुद्ध होण्याकरितां हृदयांत परत आणितात. त्यांची रचना धमन्यांच्या रचनेच्या उलटी आहे. लहान लहान शिरा मोठ्या शिरांस मिळतात व त्या त्याहींपेक्षां मोठ्या असतात, त्यांत मिळतात आणि ह्याप्रमाणें शेवटीं नासलेलें सर्व रक्त एकत्र होउन एका द्वारानें हृदयांत शिरतें.

धमन्यांत व शिरांत ह्याप्रमाणें रक्त वाहण्याचा व्यापार सतत चालू ठेवणारें यंत्र हृदय होय. हृदयांत चार आशय ह्मणजे पोकळ पिशव्या आहेत, व त्या स्नायूंच्या आहेत. इतर स्नायूंप्रमाणें हृदयासही आकुंचित होण्याची शक्ति आहे, व तें जेव्हां आकूंचित होतें, तेव्हां त्या आशयांच्या बाजू एकमेकांशीं दाबून त्यांत जें रक्त असतें, तें प्रधान धमन्यांत जातें. ह्याप्रमाणें झालें म्हणजे ते आशय फुगतात; व त्यांत रिकामी जागा होते, आणि परत आलेलें रक्त प्रधान शिरांतून त्या आशयांत भरतें. पुन्हा ते आणखी आकुंचित होतात, आणि तेणेंकरून तें रक्त आणखी प्रधान धमन्यांत जातें. ह्याप्रमाणें शिरांतून आलेलें रक्त व दुसऱ्या क्षणीं बाहेर गेलेलें रक्त ह्यांची इयत्ता सर्वकाळ सारखी असते. ह्याप्रमाणें हृदयरूप हें चमत्कारिक यंत्र एका तासांत चार हजार वेळां पाळीपाळीनें आकुंचित होतें व फुगतें; आणि तें नथकतां व नथांबतां महिन्याचे महिने व वर्षांचीं वर्षें एकसारखें चालून सर्व शरिरास सतत नवें नवें बळ देत असतें. हृदयांत चार आशय असतात, ह्मणून सांगितलें. त्यांत दोन मोठे असतात, त्यांस इंग्रजींत वेंत्रिकल म्हणतात. ह्यांतून धमन्यांत रक्त जातें. व दुसरे दोन लहान असतात त्यांस अरिकल ह्मणतात. त्यांत शिरांतून रक्त आंत येतें. सगळ्या धमन्यांस बाहेरच्या आंगून ढापणें आहेत, तीं रक्त बाहेर पडतांना बाहेरच्या आंगास मात्र उघडतात; पण तीं रक्त हृदयांत परत येऊं देत नाहींत. (१८ आकृति पहावी.)

ह्यास्थळीं ही योजना चातुर्यमूलक आहे, असें दाखवणारीं प्रमाणें

अनेक आहेत. हृदयांतून रक्त बाहेर जातांना तें सर्वत्र मोठ्याल्या वाहिन्यांतून लहान लहान वाहिन्यांत जातें व हृदयांत परत येतांना तें लहान लहान वाहिन्यांतून मोठमोठ्या वाहिन्यांत येतें; ह्यास्तव शिरांच्या आंतल्या बाजूंवर त्याचा जितका दाब बसतो त्यापेक्षां धमन्यांच्या आंतल्या बाजूंवर तो फार अधिक बसतो. दाबाच्या या भेदापासून कांहीं उपद्रव होऊंनये म्हणून धमन्या शिरांच्यापेक्षां विशेष चिवट व विशेष बळकट द्रव्याच्या केल्या आहेत. हा एक त्या दोहोंमध्ये भेद होय ह्याखेरीज आणखी एक त्यांच्यामध्यें भेद आहे, त्यावरून ही परमेश्वराची प्राण्यांचें बरें करण्याची आस्था चांगली दिसून येते. तो भेद, हा कीं धमन्यांतून रक्त फार वेगानें वाहत असतें, ह्यास्तव ती एखादेवेळीं फुटली असतां, जितकें भय आहे, तितकें भय शीर फुटली असतां नाहीं; ह्यास्तव धमन्या विशेष बळकट द्रव्याच्या केल्या आहेत. इतकें नाहीं तर त्या विशेष निर्भय ठिकाणीं ठेविल्या आहेत. त्यांवरून स्नायूचा लपेटा दिला आहे, व कोठें कोठें हाडांस खोचण्या घेऊन त्यांतून त्या नेल्या आहेत. बरगड्यांच्या आंतील भाग खोलगट करून त्यांतून रक्तवाहिन्या सुरक्षितपणें लावून दिल्या आहेत; तसेंच हातांच्या बोटांस कापण्याचें व टोंचण्याचें वगैरे भय फार आहे, ह्याकरितां हाडें आंतून खोदून त्यांतून धमन्या नेल्या आहेत; तेणेंकरून त्या इतक्या सुरक्षित झाल्या आहेत, कीं बोट हाडापर्यंत जरी भोंवताळून चिरलें, तरी धमनीस अगदीं धक्का लागत नाहीं.

उष्णतेचीं कार्यें.

उष्णतेचा पदार्थांशीं संबंध झाला म्हणजे, ते तापले असतां त्यांचे ठायीं जे विकार उत्पन्न होतात, त्यांमध्यें प्रसरण म्हणजे फुगणें, द्रवीभवन—म्हणजे पातळ होणें, आणि वाप्पीभवन—ह्मणजे वायुरूप होणें, हे मुख्य होत. तसेंच पदार्थांतून उष्णता गेली किंवा कमी झाली असतां, त्यांचे ठायीं आकुंचन होतें, ते पातळ असल्यास त्यांचें घनीभवन होतें; म्हणजे ते घट्ट होतात; व हे वायुरूप असल्यास, त्यांचें संकलन

होतें; म्हणजे त्यांचे परमाणु जवळ जवळ येऊन जलरूप होतात. हे विकार वरसांगितलेल्या विकारांचे प्रतियोगी आहेत,

१ प्रसरण.—उष्णता आणि स्नेहाकर्षण, ह्यांचीं कार्ये परस्परांशीं विपरीत आहेत. स्नेहाकर्षण पदार्थाचे परमाणूंस जवळ जवळ करितें व उष्णता त्यांस दूर दूर लोटिते, आणि ह्या दोन विरुद्ध शक्तींची झोंबी लागून निरनिराळ्या पदार्थांचे ठायीं ह्या शक्तींचा कमजास्त जोर झाल्याप्रमाणें त्यांस कमजास्त वैरल्य प्राप्त झालें आहे. अप्रवाही पदार्थ कमी जास्त विरल आहेत. ह्या पदार्थांत सोनें अत्यंत कमी विरल आहे, किंवा त्यांमध्यें तें अत्यंत घन आहे असेंही म्हटलें तरी चालेल, व कांहीं पदार्थ फारच विरळ आहेत. पातळ पदार्थांचेही असेंच आहे. त्यांमध्यें कांचेचा किंवा धातूचा रस अत्यंत घन होय. ईथर म्हणून एक पदार्थ आहे. तो त्यांमध्यें अत्यंत विरल आहे. तसेंच वायुरूप पदार्थही कमी जास्त विरल होतात. निरनिराळ्या पदार्थांचे आंगीं निरनिराळें वैरल्य असतें, इतकेंच नाहीं, तर एकच पदार्थ कारणपरत्वें कमी जास्त विरल होतो. लोखंडाचें वळें तापवून लाल केलें असतां, त्याचें महत्व वाढतें म्हणजे त्याचें वैरल्य वाढतें. ह्याचें प्रमाण हेंच कीं तें वळें पूर्वी ज्या लांकडांत शिरत असतें त्यांत तापविल्यावर तें शिरेनासें होतें. उष्णतेच्या योगानें निरनिराळे पदार्थ निरनिराळ्या मानानें फुगतात; कांहीं कमी फुगतात व कांहीं जास्त फुगतात. ही गोष्ट धातूंस व दुसऱ्या कितीएक अप्रवाही पदार्थांस लागू आहे, व प्रवाही पदार्थांस तर फारच लागू आहे.

प्रवाही पदार्थांच्याठायीं फुगण्याची म्हणजे प्रसरण पावण्याची योग्यता फार आहे, म्हणूनच उष्णता मापक यंत्राच्या नळ्या त्यांनीं भरतात. उष्णतामापक यंत्र, ज्यास इंग्रजींत थर्मामेतर म्हणतात तें यंत्र म्हटलें म्हणजे कांचेची एक नळी असते. त्या नळीस खालच्या बाजूस फुगा असतो; व तींत पातळ पदार्थ भरतात. ती नळी एका फळीवर बसवून त्या फळीवर अंश मांडिले असतात. त्यांच्यायोगानें तो पातळ पदार्थ किती प्रसरण पावला हें कळतें. ह्या यंत्रांत बहुधा पाऱ्याची योजना करितात. कारण उष्णता जसजशी जास्त होते, किंवा कमी होते, त्या मानानें कमी

जास्त अकुंचन किंवा प्रसरण पाऱ्याचे ठायीं जसें सूक्ष्मपणें घडतें, तसें दुसऱ्या कोणत्याही पातळ पदार्थाचे ठायीं घडत नाहीं. ह्या यंत्राच्या फळीवर जे अंश मांडिलेले असतात, त्यांपैकीं एकास कढण्याचा बिंदु व आणखी एका अंशास थिजण्याचा बिंदु असें म्हणतात. कढण्याचा बिंदु ह्याचा अर्थ हा कीं पारा फुगून त्या बिंदूपर्यंत चढण्यास त्यांच्या आंगीं जितकी उष्णता लागते, तितकी उष्णता पाण्यांत आली असतां, तें कढूं लागतें. व थिजण्याचा बिंदु म्हणजे पाऱ्यांत जितकी उष्णता असतां तो आकुंचित होऊन त्या बिंदूपर्यंत उतरतो, तितकी उष्णता पाण्यांत उरली असतां, तें थिजूं लागतें. उष्णतामापक सर्व यंत्रावरचे शेवटचे बिंदु एकच असत नाहींत व त्या सर्वांवर अंशही एकसारखे मांडिलेले नसतात. उष्णतामापक यंत्रें मुख्यत्वें दोन प्रकारचीं आहेत, व त्यांस त्यांच्या मुळच्या कल्पकांवरून नांवें पडलीं आहेत. फान्हेन्हैतचें उष्णतामापक एक व रूमरचें उष्णतामापक एक. पहिलें इंग्रज लोकांत चालूं आहे, व दुसरें फ्रेंच लोकांत चालूं आहे. पहिल्याचे एकंदर २१२ अंश केले असतात; व ३२ अंशास थिजण्याचा बिंदु म्हणतात आणि २१२ अंशांस कढण्याचा बिंदु म्हणतात. दुसऱ्यावर ८० च अंश मांडिले असतात. (०) जेथें असतें, त्यास थिजण्याचा बिंदू म्हणतात व ८० अंशांस कढण्याचा बिंदू म्हणतात. (एकुणिसावी आकृति पहावी.)

अप्रवाही पदार्थ जसे प्रवाही पदार्थांपेक्षां विशेष प्रसरणशील असतात तसे वायुरूप पदार्थ प्रवाही पदार्थांपेक्षांही विशेष प्रसरणशील आहेत. वायुरूप पदार्थांच्या प्रसरणाविषयीं एक गोष्ट चमत्कारिक व सांगण्यासारखी आहे, ती सांगतों. ती गोष्ट ही, कीं अप्रवाही पदार्थ व प्रवाही पदार्थ ह्यापेक्षां त्यांमध्यें वैरल्याचा कमजास्त जरी विशेष आहे; तरी त्यांस सारख्या उष्णतेचा संबंध झाला असतां. ते सर्व सारख्या प्रमाणानें फुगतात. ही सारखी प्रसरणशीलता चमत्कारिक दिसते, खरी; तथापि विचार केला असतां तिचें कारण स्पष्ट आहे. तें असें कीं पदार्थांचे ठायीं निरनिराळी प्रसरणशीलता असते, ती त्यांच्या अवयवांत कमजास्त प्रमाणानें स्नेहाकर्षण असल्यामुळें असते, ह्यास्तव नेहमीं स्थिति-

स्थापक गुण ज्यांत राहतो, असे जे वायुरूप पदार्थ त्यांमध्यें प्रसरणशीलतेचा कमजास्तपणा असावयाचा नाहीं. कारण त्यांच्या आंगीं स्नेहाकर्षण मुळींच असत नाहीं. त्यांचे अवयवांत उलटा एकमेकांस एकमेकापासून दूर लोटण्याचा गुण आहे, म्हणून ते पदार्थ सारख्या उष्णतेनें सारखे प्रसरण पावतात.

२ **द्रवीभवन**—पदार्थास घनावस्था, द्रवावस्था, व वाफ्यावस्था, ह्या तिहींपैकीं कोणती तरी एक अवस्था असते; म्हणजे तो अप्रवाही, प्रवाही, किंवा वायुरूप असतो; व पदार्थास ह्यांपैकीं जी विशेष अवस्था प्राप्त होते, ती त्याचे ठायीं स्नेहाकर्षण व उष्णता ह्यांमध्यें ज्याचें प्राबल्य असतें, त्याप्रमाणें प्राप्त होते. स्नेहाकर्षणाचें विशेष प्राबल्य ज्या पदार्थांत असतें, तो पदार्थ अप्रवाही होतो; उष्णतेचें विशेष प्राबल्य झाल्यास वायुरूप होतो; व दोन्हींचें तादृश प्राबल्य नसल्यास प्रवाही होतो. आतां पदार्थांत उष्णता वाढवणें, किंवा कमी करणें हें सोपें आहे; ह्मास्तव त्यांस पाहिजे ती अवस्था आपणास देतां येते; म्हणजे पाहिजे तितका तापविल्यानें ज्या पाहिजे त्या अप्रवाही पदार्थाचा प्रवाही पदार्थ करितां येतो, व प्रवाही पदार्थास वायुरूप करितां येतो. ही गोष्ट प्रत्ययानें इतक्या पुष्कळ उदाहरणांत सिद्ध झाली आहे, कीं हिला सामान्य नियम मानण्यास कांहीं चिंता उरली नाहीं; व हा नियम जर खरा आहे, तर ह्याचा प्रतियोगी नियमही खरा असला पाहिजे; व त्याप्रमाणें प्रत्यय ही आहे. तीन किंवा चार वायुरूप पदार्थ खेरीज करून बाकीच्या सर्व वायुरूप पदार्थांस रसायनवेत्यांनीं द्रवरूप केलें आहे, व आल्कहोल (दारूचा अर्क) खेरीज करून सर्व प्रवाही पदार्थ त्यांनीं गोठविले आहेत.

द्रवीभवन होतांना एक मोठी चमत्कारिक गोष्ट घडते. ही गोष्ट प्रथमतः **डाकतर ब्लाक** नामक एका गृहस्थाच्या मनांत आली. ती गोष्ट ही कीं घन पदार्थांचा पातळ पदार्थ होत असतां पुष्कळ उष्णता गुप्त होते, म्हणजे उष्णतामापकानें ती समजत नाहीं. ह्यास उदाहरण ३२ अंशांपेक्षांही कमी उष्णता ज्याची आहे असा बर्फाचा एक तुकडा घेऊन तो

दिन्यावर धरिला तर त्या बर्फांत उष्णता अधिक अधिक होत जाईल, व ती वाढली, हें त्या तुकड्यास उष्णतामापक यंत्राचा संबंध करावा म्हणजे कळेल; ही उष्णता वाढत वाढत ३२ अंशांवर आली म्हणजे बर्फ वितळूं लागेल आणि सगळें बर्फ वितळे तोंपर्यंत उष्णता ३२ अंशांवर चढणार नाहीं. (व ती चढत नाहीं ही गोष्टही उष्णतामापक यंत्रानेंच सिद्ध होते). आतां नवी उष्णता बर्फांत येत नाहीं, असें तर म्हणतांच येत नाहीं. कां तर बर्फ वितळण्यास प्रारंभ झाल्यापासून तें सगळें वितळे तोंपर्यंत तें दिव्यावर धरावें लागतें व दिव्यापासून प्रतिक्षणीं अधिक अधिक उष्णता त्यांत शिरत असते; पण ही उष्णता उष्णतामापक यंत्रानें समजत नाहीं. ह्या गोष्टीविषयीं ब्लाक साहेबानें जी उपपत्ति केली आहे, तीस अनुद्भूत उष्णतेचें मत असें रसायन ग्रंथांत नांव दिलें आहे. तो असें मानितो, कीं ३२ अंशांवर जी उष्णता बर्फांत येते, ती त्या बर्फरूप अप्रवाही पदार्थाशीं रसायनरीत्या संयोग पावल्यामुळें उष्णतामापक यंत्रांतला पारा फुगवण्याचें तीचें सामर्थ्य जातें, व ह्या संयोगापासून पाणी हा मिश्र पदार्थ उत्पन्न होतो.*

३ वाष्पीभवन. उष्णतेनें अप्रवाही पदार्थास जसा द्रवभाव प्राप्त होतो, तसाच ती प्रवाही पदार्थांस व कधीं कधीं अप्रवाही पदार्थांस वायुरूपता आणिते. वायुरूप होण्याची जी क्रिया तीस वाष्पीभवन म्हणतात. पुष्कळ रसायनवेत्यांचें असें मत आहे, कीं जितकी पाहिजे

---

* अप्रवाही पदार्थांचें द्रवभिवन होऊं लागलें असतां, पुष्कळ उष्णता कमी म्हणजे अदृश्य होते. ह्यावरून हें सिद्ध आहे, कीं प्रवाही पदार्थांचें घनीभवन होऊं लागलें असतां त्यांतून पुष्कळ उष्णता बाहेर पडते. ह्या गोष्टीचें प्रमाण हें कीं पाणी थिजूं लागलें असतां, त्याच्या वरच्या वायूंत शून्य अंशापेक्षां कमी उष्णता असली तरी त्या पाण्यांतील उष्णता ३२ अंशापेक्षां कमी होत नाहीं. तेव्हां त्यास्थळीं भोंवतालचा वायु इतका गार असतां, पाण्यांत इतकी उष्णता राहते, ह्यावरून हें स्पष्ट आहे, कीं त्यांतून वायूंत जितकी उष्णता जाते तितकी त्यास कोठून तरी प्राप्त होते; व हें ही स्पष्ट आहे कीं ही उष्णता ज्या पाण्याचें बर्फ होतें, त्यांतून निघते.

तितक्या उष्णतेचा संयोग झाला असतां, सर्व प्रवाही व अप्रवाही पदार्थांस वायुरूपता येईल; तथापि अद्यापि कितीएक पदार्थ असे राहिले आहेत कीं आपण त्यांस आपणास तापवितां येईल, तितकें तापविलें तरी ते वायुरूप होत नाहींत. सोमल, नवसागर, वगैरे अप्रवाही पदार्थ असे आहेत, कीं ते तापविले असतां, त्यांचें पाणी न होतां एकदम त्यांस वायुरूपता येते, म्हणजे त्यांचा वायु होतो; परंतु बहुतेक पदार्थांविषयीं पाहिलें ह्मणजे त्यांचें पहिल्यानें द्रवीभवन होऊन मग वाय्वीभवन होतें; म्हणजे पहिल्यानें त्याचें पाणी होतें, आणि त्या पाण्याची नंतर वाफ होते; एकदम वाफ होत नाहीं. वाय्वीभवनाचीं कारणें सांगतांना त्या क्रियेचे दोन प्रकार कल्पितात, म्हणजे तिचें निरूपण विशेष सुगम होतें. त्या दोन प्रकारां पैकीं कढणें हा एक प्रकार व सुकणें हा दुसरा. त्या दोहोंत भेद असा आहे, कीं पहिल्या प्रकारांत पातळ पदार्थापासून वाफ इतकी जलद उत्पन्न होतें कीं ती भराभर बाहेर पडूं लागल्यानें तो पातळ पदार्थ ढवळल्यासारखा दिसतो; आणि दुसऱ्या प्रकारांत वाफ सावकाश उत्पन्न होऊन ती निमुटपणें व न समजतां पदार्थांतून निघून जाते.

१ कढणें. पदार्थाची वाफ होऊन व ती जलद बाहेर पडूं लागून तो पदार्थ कढूं लागण्यास जी त्याच्या आंगीं उष्णता यावी लागते, ती उष्णता दाखविणाऱ्या अंशास त्या पदार्थाचा कढण्याचा बिंदु म्हणतात. निरनिराळ्या पदार्थांस त्यांच्या स्वभावाप्रमाणें कढण्यास कमी जास्त उष्णता लागते, ह्यास उदाहरण.सल्फ्युरिक इथर म्हणून एक पातळ पदार्थ आहे, तो फारेन्हैतच्या उष्णतामापकाप्रमाणें ९६ अंश उष्णतेनें कढूं लागतो. आल्कहोईल (दारूचा अर्क.) १७३ अंश उष्णतेनें कढतो. शुद्ध पाणी २१२ अंश उष्णतेनें कढतें. पण टर्पेन्तैन कढावयास ३१६ अंश उष्णता लागते व पाऱ्यास कढ येण्यास ६६० अंशांवर उष्णता असावी लागते. एकच पदार्थ कढण्यास सुद्धां सर्वकाळ सारखी उष्णता लागत नाहीं, तर अनेककारणपरत्वें तो कमीज्यास्त उष्णतेनें कढूं लागतो.

त्या कारणांपैकीं ज्या द्रव्याच्या पात्रांत तो कढवावा, त्या द्रव्याचा स्वभाव हें एक कारण आहे. पहा धातूच्या पात्रांत पाणी २१२ उष्णतेनें कढतें व कांचेच्या भांड्यांत तें कढण्यास २१४ अंश उष्णता लागते. तसें पातळ पदार्थांत दुसरा कांहीं पदार्थ घातला असतां, त्याच्या योगानें त्या पातळ पदार्थास कढ येण्यास कमी जास्त उष्णता लागते; परंतु सर्व कारणांत मुख्य कारण म्हटलें म्हणजे कढणाऱ्या पदार्थांवरचा कमजास्त दाब हें होय. पृथ्वीवरच्या सर्व पदार्थांवर पुष्कळ दाब असतो. एकव्या वातावरणाचाच दाब प्रत्येक चौरस इंचावर १९ पौंदांचा असतो. व हा दाब प्रवाही पदार्थ व अप्रवाही पदार्थ ह्या सर्वांवर सारखा आहे. व तो त्यांस वायुरूपता येण्यास फार प्रतिबंध करितो. वास्तविक पाहतां गोष्ट अशी आहे, कीं पातळ पदार्थाच्या पृष्ठभागास वरून वातावरण जें दाबीत असतें, त्यास मागें लोटण्यास इतका जोर जेव्हां त्याच्या आंगीं उष्णतेनें येतो, तेव्हां ते पदार्थ कढूं लागतात. म्हणजे त्या पदार्थांच्या परमाणूचा वर दाबण्याचा जोर व वातावरणाचा त्यांस खालीं चेंपण्याचा जोर हे सारखे झाल्यावांचून त्या पदार्थास कढ येत नाहीं, वातावरणाची चेंपण्याची शक्ति भारमापक यंत्रावरून समजते, असें मागें सांगितलें आहे. आतां त्या यंत्रांतला पारा ३० इंच उंचीवर असला म्हणजे त्याचा (वातावरणाचा) प्रत्येक चौरस इंचावर १९ पौंदांचा दाब असतो, आणि त्याचा इतका दाब असला म्हणजे पाणी २१२ अंश उष्णतेनें कढतें. आतां त्याचा दाब जर कमी असला, म्हणजे भारमापकांतला पारा जर ३० इंचापेक्षां सखल असला, तर त्या मानानें पाणी वगैरे कढण्यास कमी उष्णता पुरेल. ह्याच कारणानें म्हणजे वातावरणाचा दाब कमी असल्यामुळें, उंच डोंगराच्या माथ्यांवर खोल दरींतल्यापेक्षां कमी उष्णतेनें पाणी कढतें. कारण आपण जसजसे वर जातों तसतशी वातावरणाची उंची कमी कमी होते; आणि तेणेंकरून त्याचा दाब ही प्रमाणानें कमी होतो. कढण्याचा बिंदु खालीं उतरणें व वातावरणाचा दाब कमी होणें, ह्यांच्यामध्यें इतक्या सूक्ष्म मानानें संबंध राहतो; कीं

कढण्याच्या बिंदुवरून डोंगराची उंची काढीत जावी असे किती एकांचें म्हणणें आहे. ५३० फुट उंचांस कढण्याचा बिंदु एक अंश खालीं उतरतो.. कढण्याच्या बिंदूशीं वातावरणाच्या दाबाचा संबंध आहे, हें तो दाब नाहींसा केला असतां फार चांगलें लक्षांत येतें. निर्वात स्थळीं पातळ पदार्थ कढविले असतां तेथें उघडया जागेपेक्षां १४० अंश कमी उष्णता पुरते. निर्वात स्थलीं पाणी ७२ अंश उष्णतेनें कढतें. अल्कहोल ४४ अंशांनीं कढतें. ह्यावरून असें स्पष्ट दिसून येतें, कीं पातळ पदार्थ कढूं लागला असतां त्यानें हात पोळेलच असा नियम नाहीं. *

---

* साधारणपणें म्हटलें म्हणजे पाणी २१२ अंशांवर तापवितां येत नाहीं. कारण तितकी उष्णता त्यास प्राप्त झाली म्हणजे वातावरणाचा दाब मागें लोटण्याजोगा जोर त्याचे आंगीं उत्पन्न होऊन तें वाफेच्या रूपानें उडून जातें; पण त्यावर हवा तितका दाब घातला असतां, तें कढल्यावांचून किती हवें तितकें तापवितां येतें. असें करावयाचें असल्यास तें तांब्याचे चांगले जाड भांड्यांत घालून तापवावें. पाणी तापूं लागले म्हणजे कांहीं पाण्याची वाफ होऊन ती बाकीच्या पाण्यावर येऊन त्यास वरून दाबून त्याची वाफ होऊं देत नाहीं वाफेस आंत दाबून धरण्यासारखें बळकट भांडें असेल तर पाणी हवें तितकें तापवितां येईल. पण ह्या स्थळीं वाफेच्या आंगीं इतका जोर येतो, कीं कितीही मोठा दाब असला तरी तो मागें लोटून वाफ बाहेर पडते. वाफेचा जोर मोजताना हें मनांत ठेविलें पाहिजे, कीं ज्या पदार्थापासून वाफ उत्पन्न होते, त्या पदार्थापासून ती वेगळी केली असतां, तिचा फुगण्याचा जोर तितक्याच साधारण वायूच्या आंगच्या फुगण्याच्या जोरापेक्षां जास्त नसावा. तसें वर सांगितलेल्या भांड्यांत २१२ अंश उष्णतेची वाफ घालून व त्यांत पाणी अगदीं न ठेऊन ती वाफ हवी तितकी तापविली व भांडें लाल जरी केलें तरी होतें. तें फुटण्याचें भय असत नाहीं; पण भांड्यांत जर पाणी असलें, तर जितकी जितकी उष्णता वाढवावी तसतशी नवी वाफ उत्पन्न होऊन तिचा जोर पूर्वी उत्पन्न झालेल्या वाफेच्या फुगण्याच्या जोरास सामील होतो आणि तेणेंकरून भांड्याच्या आंतल्या आंगावर अतिशय दाब पडूं लागतो. वाफेच्या यंत्रांत वाफेची शक्तीच्या जागीं योजना करितात. त्या यंत्रांत वाफेचे दोन गुण उपयोगीं पडतात. ते गुण हे कीं उष्णतेनें तिच्या आंगीं आलेला फुगण्याचा जोर एक व गार पाण्याचा संबंध झाला असतां पुनः पाणी होण्याचा गुण दुसरा. डाक्तर वालस्तन म्हणून एक विद्वान् होता, त्यानें

(पुढें चालू.)

घन पदार्थांचें द्रवीभवन होतांना जशी उष्णता अदृश्य होते, तशी द्रव पदार्थांचें वाफ्यीभवन होताना ती अदृश्य होते. ह्या दुसऱ्या गोष्टीविषयीं प्रमाण हेंच कीं कढणाऱ्या पाण्यांत उष्णतामापक जितकें चढतें, तितकेंच त्या पाण्यांतून निघणाऱ्या वाफेंत चढतें. ह्यावरून असें स्पष्ट सिद्ध होतें कीं, पाण्यांत क्षणोक्षणीं अधिक जी उष्णता येते, ती थोडथोड्या पाण्याची वाफ करून अदृश्य होते, आणि ह्यामुळें पाण्यांतली व वाफेंतली उष्णता वाढत नाहीं; इतकें मात्र पाहिजे, कीं पाण्याची वाफ होऊन ती भराभर निघून जाण्यास प्रतिबंध नसावा; प्रतिबंध असल्यास मात्र उष्णता वाढते. यावरून पाणी व उष्णता ह्यांचा रसायनरीत्या संयोग होऊन त्यापासून वाफ उत्पन्न होते, असें दिसतें. आतां वाफेचें संकलन होऊन पाणी झालें असतां, पूर्वी जी उष्णता अदृश्य झाली असते, ती पुनः मोकळी होते.

सुकणें किंवा वाळणें ह्या क्रियेचेंही स्वरूप हेंच आहे, कीं सुक-

---

(मागील पृष्ठावरून पुढें चालू.)

एक युक्ति योजिली आहे; तिवरून ह्या दोन गुणांचीं कार्यें स्पष्ट व चांगलेपणें दिसून येतात. ती युक्ति येणेंप्रमाणें. सहा इंच लांब व सुमारें एक इंच रुंद अशी कांचेची नळी असते. त्या नळीच्या एका शेवटास फुगा असतो. त्या नळीच्या तोंडांत गच्च बसणारा व वरखालीं हलणारा असा एक दट्ट्या घातलेला असतो. ह्या नळीच्या फुग्यांत पूर्वी पाणी घातलें असतें त्यावेळीं दट्ट्या खालीं गेला असतो. मग दिव्यावर तो फुगा धरून त्यांतल्या थोड्या पाण्याची वाफ होऊन तिच्या जोरानें दट्ट्या वर येतो. नंतर तोच फुगा पाण्यांत बुडविला असतां वाफेचें पाणी होऊन तें खालीं जातें आणि वरच्या वायूच्या दाबानें दट्ट्या पुनः खालीं चेपला जातो. ह्याप्रमाणें एकदां उष्णता व एकदां थंडी अशीं लावून दट्ट्या वर खालीं हवा तितक्या वेळां करितां येतो. ही युक्ति व ज्या युक्तीनें वाफेच्या यंत्रांत मूळची गति उत्पन्न होते, ती युक्ति ह्या अगदीं एकच आहेत. दोन्हींच्या मध्यें मुख्य भेद हाच आहे, कीं वाफेच्या यंत्रांत वाफेचें पाणी होण्याचें पात्र निराळें असतें. व त्या पात्रांत वेतानें गार पाण्याचा पुरावा होत असतो. वेगळ्या भांड्यांत वाफ निवडण्याची युक्ति वाटनामक एक चतुर विद्वान् पुरुषानें काढिली. ह्या युक्तीनें वाफेच्या यंत्रांतल्या पंचपात्रीची उष्णता २१२ अंशांखालीं कधीं जात नाहीं. ह्या युक्तिपासून वाफेच्या यंत्राची मोठी सुधारणा झाली आहे.

णाऱ्या किंवा वाळणाऱ्या पदार्थांतल्या पाण्याचें वाष्पीभवन होतें. वातावरणांत साधारणपणें जी कमजास्त उष्णता असते, तितक्या उष्णतेनें हा व्यापार होतो; ह्यास प्रमाण हेंच कीं पराती सारख्या उथळ पात्रांत थोडेंसें पाणी घालून तें उघडया वाऱ्यावर ठेविलें असतां कांहीं काळानें तें पाणी सुकून जाऊन भांडें अगदीं कोरडें होतें. ओलीं वस्त्रें वगैरे वाळतात, ह्यांचीही उपपत्ति हीच आहे. त्यांतल्या पाण्याची वाफ होऊन तें निघून जातें. प्रायः सर्व पातळ पदार्थांचे ठायीं ह्याप्रमाणें होत होत वाफ होऊन उडून जाण्याची योग्यता आहे. ह्याप्रमाणें कांहीं घन पदार्थ सुद्धां उडून जातात. ह्यास उदाहरण कापूर होय. कांहीं पदार्थ लौकर सुकतात, कांहींकांस उशीर लागतो; पण सामान्य नियम असा आहे, कीं ज्या पातळ पदार्थांचा कढण्याचा बिंदु अत्यंत सखल असतो, ते पराकाष्ठेच्या जलदीनें सुकतात, व ह्या नियमांस अपवाद सांपडत नाहीं.

सुकण्याच्या क्रियेशीं ज्यांचा संबंध आहे अशा गोष्टींमध्ये मुख्य मुख्य गोष्टी म्हटल्या म्हणजे, सुकणाऱ्या पदार्थाच्या पृष्ठभागाचा विस्तार, वातावरणांतली उष्णता, त्याचा कमजास्त कोरडेपणा, त्याचें चंचलत्व आणि त्याचें स्थैर्य ह्या होत. वातावरणांत कमजास्त उष्णता असल्यानें पदार्थ सुकण्यास जास्तकमी काळ लागतो. हें पाहणें असल्यास दोन उथळ भांडयांत सारखें पाणी घालून एक भांडें गरमजागीं व एक भांडें थंडजागीं अशीं ठेवावीं; ह्मणजे असें दृष्टीस पडतें, कीं गरम जागच्या भांडयांतलें पाणी जितक्या वेळांत अगदीं सुकुन जातें, तितक्या वेळांत थंड जाग्यांतलें पाणी कमी झालेलें दिसत नाहीं. तसेंच पाण्याशीं व कोरडया वायुशीं संबंध झाला असतां, त्या वायूंत थोडी उष्णता असली तरी ते पाणी लौकर सुकतें, आणि वातावरणांत विशेष उष्णता असून ही त्यांत जर पाण्याच्या वाफेचा ओलावा फार असला, तर तसल्या वातावरणांत पाणी सुकावयास फार उशीर लागतो. तसें संत वायूंतल्यापेक्षां वाहत्या वायूंत पाणी जलद सुकतें. कारण वायु संत असला म्हणजे त्याच्या ज्या भागाचा पाण्याशीं संबंध असतो, त्या भागांत पाण्याची कांहीं वाफ शिरून तो

ओला झाला असतां, तें पुढें सुकावयास प्रतिबंध होतो. सुकण्याच्या क्रियेशीं दाबाचा मोठा चमत्कारिक संबंध आहे. ह्या गोष्टीचा प्रत्यय पाहणें असल्यास, वाताकर्षक यंत्रानें निर्वात केलेल्या स्थलीं इथर नामक एक अत्यंत पातळ पदार्थ आहे, तो ठेवावा; ह्मणजे त्यांतून इतकी पुष्कळ वाफ निघूं लागते, कीं त्यास कढ येतो. *

वातावरणांत जी इतकी पाण्याची वाफ असते, तिचें कारण वाष्पीभवन होय. पृथ्वीच्या पृष्ठ भागावर जें पाणी आहे, तें सर्व वाष्पीभवन क्रियेनें शुद्ध होतें, व त्यांतला सर्व मळ दूर होऊन शुद्ध पाणी वातावरणांत शिरून वर जातें, आणि तें यथाकाळीं पाऊस, धुकें, दव, इत्यादि रूपांनीं पृथ्वीवर पडतें. वातावरणांत कमी उष्णता असली तरी पाणी वगैरे पातळ पदार्थ सुकतात, ह्यास्तव त्यांत वाफ नाहीं, असें बहुतकरून कधींही होत नाहीं.

बनस्पतीपासून झालेलीं वस्त्रांचीं द्रव्यें.

ताग, अंबाडी व कापूस.

वनस्पतीपासून झालेल्या ज्या द्रव्यांचीं वस्त्रें करितात, तीं द्रव्यें मु-

---

* पातळ पदार्थांची वाफ होऊं लागली असतां पुष्कळ उष्णता अदृश्य होते. त्यावरून हें स्पष्ट आहे, कीं वाफ उत्पन्न होताना थंडी उत्पन्न होते. वाताकर्षक यंत्रानें निर्वात केलेल्या पात्रांत पाणी ठेविलें असतां त्याची भराभर वाफ होऊन इतकी थंडी उत्पन्न होते, कीं पहिल्यासारखी जलदीनें जर कांहंवेळ वाफ उत्पन्न झाली तर बाकीचें पाणी थिजून जातें; पण कांहीं पाण्याची वाफ झाली म्हणजे ती निर्वात प्रदेश भरून टाकिते व तिचा भार बाकीच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर पडून त्याची वाफ होण्याचें बंद होतें. ही अडचण दूर करण्याचा एक उपाय आहे, तो असा, कीं त्या निर्वात प्रदेशांत सल्फ्युरिक आसिद, ज्यास व्यवहारांत आगपाणी म्हणतात, तें ठेवितात. या आसिदाच्या आंगीं पाण्याची वाफ खाण्याचा गुण आहे; तेणेंकरून वाफ झाल्याबरोबर ती नाहींशी होते, व तिचा प्रतिबंध नाहींसा झाल्यानें पाण्याची भराभर नवी वाफ होते, आणि तेणेंकरून थंडी पुष्कळ उत्पन्न होऊन बाकीच्या पाण्याचें बर्फ होतें. मडक्यांत किंवा ओल्या फडक्यानें लपेटलेल्या भांड्यांत पाणी गार होतें त्यांचें कारण, कांहीं पाण्याचें वाष्पीभवन होतें हेंच होय.

स्यत्वेंकरून दोन प्रकारचीं असतात. झाडांच्या आंगांतले तंतू एक, व ज्या मऊ पदार्थांत वीं लपेटून टेविलें असतें, तो पदार्थ दुसरा. झाडांच्या आंगांत तंतु पुष्कळ असतात. वृक्षांच्या सालींत व लांकडांत तंतु असतात. तसेच लहान लहान वनस्पतीच्या फोकांत तंतु अढळतात, व पानें तर सर्वांचींच तंतुमय असतात. लांब लांब तंतु उभे व समांतर असतात, व अखूड तंतु त्यांतून आडवे जाऊन जाळ्यासारखी रचना होते, व त्यावरून सरसासारख्या चिकट पदार्थाचा दाट लेप दिला असतो; तेणेंकरून मेणकापडासारखीं त्या तंतुजालाचीं भोंकें भरून जातात. **आताहीत** म्हणून बेटें आहेत, तेथलि लोक स्वभावतः चतुर आहेत, पण त्यास विद्या कला वगैरे तादृश ठाऊक नाहींत. ते लोक कांहीं प्रकारच्या झाडांच्या साली पाण्यांत भिजत टाकून नंतर मोगऱ्यांनीं त्या साली बडवितात; ह्मणजे चिकट पदार्थ उडून जाऊन सालींचीं सरासरी पांघरुणें होतात; पण त्या तंतूनीं वस्त्रें करण्याचा विशेष कसबाचा मार्ग म्हटला ह्मणजे ते तंतु त्यांतील चिकट पदार्थ काढून अगदीं वेगळे करावे, व त्यास पीळ घालून त्यांचें सूत करून, नंतर त्या सुताचें पांघरूण विणावें.

यूरोप खंडांत मुख्यें दोनच झाडांतल्या तंतूंचीं सुतें कांतून त्यांचीं वस्त्रें करितात. तीं दोन झाडें ह्मटलीं तर, ताग आणि अंबाडी. तागाचें झाड हरबऱ्याच्या वगैरे झाडाप्रमाणें वर्षास लावावें लागतें. ह्या झाडाचा सुमारचट उंच असा एक फोक असतो, व तें पुरतें वाढलें ह्मणजे त्याच्या शेवटास निळीं सुरेख फुलें येतात, व त्यांमागून वाटोळीं बोंडें येतात; त्यांत बी असतें. बीं पिके तोंपर्यंत हीं झाडें वाढूं देतात. नंतर तीं हातानें उपटून त्यांच्या जुड्या बांधून तीं वाळत टाकितात. मग वाळल्यावर बोंडें तोडून घेऊन फोक पाण्यांत कुजत टाकितात. हें करण्याचा उद्देश असा असतो, कीं त्यांतलें चिकट द्रव्य कुजून सुटें व्हावें. ताग तयार करण्याच्या कृतीचा हा भाग फार त्रासदायक व वाईट आहे. कारण ताग कुजूं लागला असतां, त्याची अशी घाण, सुठते कीं ती सोसवत नाहीं; व तीं

घेतल्यानें माणसाची प्रकृति बिघडते. ताग चांगला कुजला ह्मणजे बाहेर काढून व धुऊन वाळवितात. नंतर तो मोगऱ्यांनीं बडवितात, व विंचरितात, व दुसऱ्या कितीएक कृति त्यास केल्यावर तो असा तयार होतो, कीं त्यांतले लांब तंतु साफ व निराळे होतात; आणि अखूड व भरड जे तंतु असतात, ते विंचरण्यानें निराळे निघतात. नंतर कितीएक एकत्र घेऊन त्यांस पीळ घालून त्यांचें सूत करितात. हें सूत तयार करणाऱ्याच्या आंगीं जसें कमजास्त कसब असेल, व तंतु जसे चांगले वाईट असतील त्याप्रमाणें तलम किंवा भरड सूत निपजतें. विशेष पिळाचें जें कांहीं सूत असतें, तें शिवण कामास ठेवितात, व बाकीच्याच्या गुंड्या करून त्या साळ्यांस विकतात.

वस्त्रें विणणें व तव्ये वगैरे विणणें, हे दोन्ही व्यापार स्वरूपतः एकच आहेत; एकाची विणकर दुसऱ्यापेक्षां पराकाष्ठेची तलम असते, हाच काय तो त्यांच्यामध्यें भेद होय. वस्त्र विणावयाचें असलें म्हणजे उभे धागे पहिल्यानें लावून त्यांच्या दोन्ही शेवटांस वजनें बांधून ते हवे तितके ताणलेले असतात. ह्या धाग्यांचे दोन संच केले असतात. एकएका संचांत एक एक मध्यें सोडून दुसरा दुसरा दोरा घेतला असतो; व ह्या संचांस लांकूड बांधून खालीं सोडिलें असतें. त्यावर पाय दिला म्हणजे एकदां एक संच वर येतो, व दुसऱ्यानें तो खालीं जाऊन दुसरा वर येतो; ह्याप्रमाणें पाळीपाळीनें ते दोन्ही वरखाल होत असतात. धोटें म्हणून एक विखण असतें. ते दोन्ही शेवटांस बारीक असतें, तें एकदां डाव्या बाजूस व एकदां उजव्या बाजूस असें आडवें फेंकून आडवीं सुतें भरतात. विणण्याचा हा अत्यंत साधा प्रकार होय; पण वस्त्राच्या कांठावर व भुईवर जीं फुलें काढितात, व अनेक प्रकारची चमत्कारिक नक्षी करितात व नानातऱ्हेची वीण वस्त्रास घालितात, त्या सर्वांच्या युक्ति अनंत आहेत; व त्या काढण्याकरितां मनुष्यांनीं आपली बुद्धि व वेळ हजारों वर्षे खर्चून त्या काढिल्या आहेत.

तागाचीं वस्त्रें अनेक प्रकारचीं होतात, व त्यांची बारकाई ही निरनिराळी असते. कांहीं फार घट्ट असतात, व कांहीं पराकाष्ठेचीं तलम अ-

सतात. वस्त्रें तयार झालीं ह्मणजे तीं कधीं कधीं धुवून स्वच्छ करितात; तेणेंकरून तीं अशीं शान पांढरीं निवतात, कीं तीं पाहून मनास समाधान वाटतें. तीं धुण्याचा प्रकार ओपवण्यासारखाच आहे. तीं भिजवून उन्हांत वाळत टाकितात, व त्यांवर वरच्यावर पाणी टाकित असतात. तसेंच विशेष पांढरेपणा लौकर येण्याकरितां त्या पाण्यांत कांहीं पातळ आसिद घालितात. तागाचें एक प्रकारचें जाळीदार कापड करितात, त्यास इंग्रजींत ब्रसल्सलेस ह्मणतात. तें इतकें उंची असतें, कीं तें कितीएक मोहोरांनीं वार विकतें. ह्यावरून कच्चें द्रव्य कलाकौशल्याच्या योगानें किती मोलास चढतें; हें सहज मनांत येईल. तागाचें मगजी कापड असतें त्याकडे पाहिलें व शेतांत उगवलेल्या झाडाकडे पाहिलें तर त्यांच्या मधला जमीनअस्मानचा भेद लक्षांत येऊन मनांत मानवी कसबाचा जो चमत्कार वाटतो, तो सांगतां येत नाहीं.

अंबाडीचें झाड तागाच्या झाडापेक्षां बळकट व उंच असतें. त्याचा फोक चौकोनी व खरबरीत असतो, व त्याची उंची तीन किंवा चार हात असते. त्यास फांद्या फुटतात. मुख्य जो फोक असतो, त्याच्या भोंवतालच्या सालींत तंतु सांपडतात. अंबाडीचें तंतु तयार करण्याची रीत ताग तयार करण्याच्या रितीसारखीच आहे; परंतु अंबाडीचे तंतु तागाच्यापेक्षां विशेष चिकटलेले असतात, ह्यास्तव बारीक तंतु मोठ्यांपासून निरनिराळे करण्यास श्रम अधिक लागतो. ह्यास्तवच अंबाडीचीं कापडें दणगट असतात, फार श्रम असल्यामुळें तिचें बारीक कापड करणें नफेवार पडत नाहीं. अंबाडीच्या तंतुंचीं कापडें करून त्यांचीं गलबतांस अवजारें करितात. तीं बळकट असल्यामुळें वादळांत व तुफानांत टिकतात. तसेंच अंबाडीचीं दोरखंडें गलबतांवर लागतात. ह्या कामास जीं अंबाडी लावितात ती फारशीं कमावीत नाहींत, जशी असते तशीच घेऊन तिच्या बारीक दोऱ्या वळून त्यांचे मोठमोठे सोल करितात.

वनस्पतींपासून जीं वस्त्रद्रव्यें होतात, त्यांविषयीं शीतकटिबंध व समशीतोष्ण कटिबंध येथील लोकांपेक्षां उष्ण कटिबंधांतले लोक विशेष

नशीबवान आहेत. कारण पहिल्यांस वनस्पतीच्या सालींपासून वस्त्रांचीं द्रव्यें प्राप्तहोण्याकरितां पुष्कळ श्रम करावे लागतात, व कल्पना खर्चावी लागते; आणि दुसऱ्यास जें वस्त्रांचें द्रव्य प्राप्त होतें, तें विपुळ मिळून तें विणण्याकारितां तयार करावयास तादृश श्रमही पडत नाहींत. हें द्रव्य कापूस होय. हा पदार्थ बोंडांत असतो, व ह्याचीं झाडें दोन प्रकारचीं असतात. एक जातीचीं झाडें लहान लहान असतात, व तीं दरवर्षी नवीं लावावीं लागतात. दुसऱ्या जातीचीं मोठीं असतात, व ती कितिएक वर्षे वांचतात. बोंडें झाडावर पिकलीं म्हणजे तीं आपोआप उकलतात. नंतर तीं तोडून त्यांतला कापूस हातानें काढितात. मग तो कापूस यंत्रांत घालितात; म्हणजे सरक्या निघून जातात, व कापूस मोकळा होतो, नंतर तो पिंजतात; तेणेंकरून त्यांतले तंतु लांब होतात. नंतर कांतून त्यांचें सूत काढितात. तें सूत साळी विकत घेऊन त्याचीं वस्त्रें विणतात. **इंग्लंदांत** कापसाचीं वस्त्रें करण्याचे कारखाने फारच वाढले आहेत. तेथें कापूस पिंजणें, सूत काढणें, वस्त्रें विणणें, वगैरे सर्व व्यापार यंत्राच्या योगानें होतात. ह्या यंत्रांची रचना मनस्वी घोटाळ्याची असते. ह्या यंत्राची मूळ कल्पना **रिचर्द आर्करैत** नामक कोणी मोठा बुद्धिवान पुरुष होता, त्यानें काढिली.

कापसाचीं जितक्या प्रकारची वस्त्रें होतात, तितक्या प्रकारचीं दुसऱ्या कोणत्या द्रव्याचीं कदाचित् होत नसतील. मलमलीपासून जाडचा खादीपर्यंत त्यांच्या बारीकपणांमध्यें तऱ्हा पुष्कळ आहेत. **इंग्लंदचा** एवढा मोठा व्यापार वाढला आहे, तो मुख्यत्वें कापसाच्या वस्त्रांवर वाढला आहे. त्या देशांत झालेलें कापसाचें कापड **गिनी**देशापासून तें **राशिया** देशापर्यंत खपतें व तें शोभिवंत असून बिलक्षण स्वस्त असतें. आपल्या देशांत कापसाची अनेक प्रकारचीं वस्त्रें उत्पन्न होतात, व त्यांमध्यें कांहीं फारच उत्तम असतात, व तीं विलायतेस सुद्धां विकावयास जातात. इकडल्या लोकांचीं विखणें वगैरें अगदीं साधीं आहेंत, तथापि तसल्या साधनांनीं ते आपलें अनुपमेय कसब खर्चून व पुष्कळ श्रमकरून कांहीं असलीं नामीं सणगें तयार करितात, कीं तीं शोभेविषयीं व तलमपणाविषयीं कोण-

त्याही विलायती कापडास ऐकत नाहींत. **हिंदुस्थानांत** मलमल वगैरे अत्यंत नाजूक सणगें तयार करितात. त्यांचें सूत तेथलेलोक गार व दमसर अशा तळघरांत बसून तेथें काढितात; ह्मणजे त्या जाग्याच्या गुणानें कापसाचें फारच बारीक सूत निघतें, असें सांगतात; व आपल्या इकडच्या बायकांचीं बोटें नाजूक असल्यामुळें त्यांचें स्पर्शेंद्रिय जितकें तिखट असतें, तितकें **युरोपां**तल्या बायकांचें असत नाहीं, असेंही म्हणतात.

आज पृथ्वींवर कापसांची वस्त्रें वापरणारीं जितकीं मनुष्यें आहेत, तितकीं दुसऱ्या द्रव्यांचीं वस्त्रें वापरणारीं नाहींत. हें कापड पुष्कळ स्वस्त असून ह्या खेरीज ह्याचे आंगीं आणखी कांहीं फार चागलें गुण आहेत. हें हलके असून उबदार असतें, ह्यामुळें देशांत कमी जास्त थंडी असली तरी तें चालतें. उष्णदेशांत तागाच्या कापडापेक्षां कापसाचें कापड चांगलें. कारण कापसाच्या आंगीं घाम शोषण्याची विशेष शक्ति आहे तेणेंकरून त्यानें आंग कोरडें राहतें; तागाच्या वस्त्राप्रमाणें चिकचिकित होऊन त्रास होत नाहीं. तसेंच त्यावर फूल येत असतें, तेणेंकरून तें आंगास चांगलें मऊ लागतें, हा गुण आहे; पण त्या फुलाच्या योगानेंच तें अमळ जलद मळतें हा त्याचा दोष होय. फार तलम जी मलमल असते, तिचें कापड तापविल्या लोखंडाच्या, चरकांमधून फार जलदीनें ओढून काढून त्यावरचें फुल जाळून टाकितात, व वस्त्रास कांहीं होत नाहीं, असें ह्मणतात. कापूस तर फार लवकर पेट घेणारा पदार्थ आहे, ह्यावरून वर सांगितलेले काम फारच नाजुक असेल, ह्यांत संशय नाहीं.

प्राण्याच्या शरिराचें अन्नादिकानें पोषण कसकसें होतें; ह्याविषयीं.

प्राण्याच्या शरिराचे अन्नादिकानें ज्या रीतीनें पोषण होतें, ती रीत चमत्कारिक व समजून घेण्यासारखी आहे. पोषण करण्याकरितां **इश्वरानें** प्राण्याच्या शरिरांत इंद्रियाचे किंवा साधनांचे दोन निरानिराळे संच करून ठेविले आहेत. एक संचांतल्या साधनांनीं रुधिराभिसरण व श्वासोच्छ्वासक्रिया हीं होतात; व दुसऱ्या संचांतल्या साधनांनीं खाल्लेलें भक्ष्य

शरीरपोषण करण्यास योग्य होतें. पहिला संच उरांत असतो व दुसरा त्याचे खाली आणखीं एक आशय आहे, ज्यास उदर किंवा पोट म्हणतात त्यांत असतो. उराच्या पेटींत मुख्यत्वेंकरून हृदय व फुपुसें असतात, व उदरांत पक्काशय, आंतडीं, काळीज, ज्यास पित्ताशय म्हणतात, तें, पाणथरी किंवा प्लीहा, आणि आणखी एक भाग, त्यास इंग्रजींत पांक्रीस म्हणतात व ज्यास संस्कृत शारीरकांत नांव अढळत नाहीं तो भाग इतकीं साधनें असतात. ह्या दोन पेटयांचे मध्यें एक पडदा असतो, हा पडदा कांहीं मासाचा व कांहीं त्वचेचा असा असल्यामुळें तो लवचीक असतो तेणेंकरून हृदयाचे पाळीपाळीनें संकोच विकास होतांना हा पडदाही यथाक्रम एकदां वर जातो, व एकदां खालीं येतो. व त्यांत स्नायु असतात, त्यांहींकरून त्यास हा व्यापार सहज करितां येतो. [विसावी आकृति पहावी.]

अन्नावर म्हणजे खाल्लेल्या पदार्थावर आरंभी घडणारा व्यापार चर्वण, ह्मणजे चांवणें, हा होय. ही क्रिया करितां येण्याकरितां मनुष्य व बहुतकरून दुसरे सर्व प्राणी ह्यांस दांत दिले आहेत. ह्या दातांचा आकार वगैरे सर्वत्र सारखा नसतो; तर ज्या ज्या प्राण्यास ज्या ज्या प्रकारचें भक्ष्य खावयाचें असतें, त्या त्याप्रमाणें ते निरनिराळ्या प्रकारचे असतात. चर्वणव्यापार चालला असतां भक्ष्यांत लाळ मिळून तें गिळगिळीत होतें. नंतर मागें जाऊन तोंडाच्या मागल्या बाजूस खोलगट जागा असते, तीत पडतें मग तेथून तें अंशतः आंगच्या वजनानें व अंशतः त्या जागेंतल्या स्नायुंच्या व्यापारानें गलमार्गांत उतरून त्या मार्गाच्या शेवटास पक्काशय असतो, त्यांत जातें.

माणसाच्या शरिरांतला पक्काशय हा त्वचेची एक पिशवी असते. हिचा आकार कांहींसा नागसुरासारखा असतो, व तो शरितांत आडवा ठेविलेला असतो; त्यास दोन भोंकें असतात. वरचें भोंक डाव्या बाजूस असतें. त्या वाटें गलमार्गांतलें भक्ष्य आंत येतें, व खालचें भोंक उजव्या बाजूस असतें, त्यावाटें भक्ष्य पक्काशयांतून आंतडयांत जातें. पक्काश-

यास जे त्वचेचे पडदे असतात, त्यांच्यामध्यें अनेक प्रकारचे लहान लहान पिंड किंवा गोळ्या असतात. त्यांत कांहीं विशेष रस उत्पन्न होऊन तो भक्ष्याशीं सामील होतो. ह्या रसास जाठररस म्हणतात. ह्या रसानें पक्काशयांत गेलेले पदार्थ पातळ होऊन त्या सर्वांचा एक मऊ पदार्थ बनतो. ह्या पदार्थाचा रंग पांढुरका असतो. ह्यास अमरस म्हणजे कच्चारस ह्मणतात. इतके संस्कार झाले म्हणजे भक्ष्याच्या आंगीं पोषक रस उत्पन्न करण्याची योग्यता आली. पक्काशयांत होणारे सर्वरसायन व्यापार हवे तेवढे वेळ झाल्यावर त्या आशयाच्या पडद्यांच्या स्नायु हलूं लागून त्यांच्या योगानें तें भक्ष्य खालच्या भोंकावाटें आंतड्यांत जाऊं लागतें; पण तें जर जलदीनें पक्काशयांतून गेलें, तर त्यास्थलीं होणारे सर्व रसायनव्यापार पुरेतेपणीं त्यावर घडल्या पूर्वी कदाचित् तें तेथून जाईल; तर तसेंच नव्हावें ह्मणून तेथें एक युक्ति केली आहे, ती अशी, कीं भक्ष्य पक्काशयांतून आंतड्यांत जाण्यास जें द्वार आहे, तें जेथें भक्ष्य जमतें, त्या पेक्षां कांहीं उंच केलें आहे; व त्या द्वारास कांहीं आकुंचन होत असतें; ह्या दोन गोष्टींमुळें स्नायु पुष्कळ जेव्हां हलतात, तेव्हां त्या द्वारांतून भक्ष्य आंतड्यांत जातें; सहज जात नाहीं.

आंतडें वास्तविक ह्मटलें म्हणजे एकच लांब असतें. त्याचे सहा निरनिराळे भाग असतात आंतड्यांची रचना व पक्काशयाची रचना ह्या बहुतकरून सारख्या आहेत. त्याच्या भागांतही स्नायूंचे पडदे असतात, व त्यांच्या योगानें आंतड्यास अळी किंवा साप हीं जशीं चालतात, तसें चलन आलें असतें. त्या चलनाच्या योगानें भक्ष्य आंतड्यांत सरकून सरकून पुढें जातें. आंतड्यच्या पहिल्या भागांत भक्ष्य गेलें, म्हणजे तेथें पित्त व दुसरा एक लाळेसारखा पदार्थ आहे, तो हीं दोन त्यांत मिसळतात. पित्त हा पदार्थ कडू आहे. हा काळजापासून उत्पन्न होतो, व लाळेसारखा जो पदार्थ आहे, तो पांक्रीस ह्मणून जो वर अवयव सांगितला, त्यापासून उत्पन्न होतो; पण हे दोनच पदार्थ त्याशीं मिसळतात असें नाहीं; कारण आंतडें लांब नळासारखें असतें, आणि त्या नळींतून भक्ष्य

चाललें असतां, त्याशीं दुसरे अनेक प्रकारचे रस मिळतात, व त्या सर्वांच्या योगानें त्याच्या आंगीं पोषक रस उत्पन्न करण्याची अधिक अधिक योग्यता येते. शेवटीं त्यापासून जो पोषक रस उत्पन्न होतो, त्यास पक्वरस किंवा रस असें म्हणतात. त्याचा रंग दुधासारखा पांढरा असतो. (एकविसावी आकृति पहावी)

ह्या सर्व संस्कारास अन्नपचन असें एकवट नांव आहे. पचन संस्काराचे मुख्यभाग दोन आहेत. एक पक्वाशयांत घडतो, तेणेंकरून भक्ष्याचा आमरस होतो; व दुसरा आंतड्यांत घडतो, तेणेंकरून त्याचा पक्व रस होतो. ह्याप्रकारें पक्वरस तयार झाल्यावर, पुढला व्यापार म्हटला ह्मणजे त्याचें शोषण होय. तें शोषण होण्याचा प्रकार असा, कीं तो रस शोषण्याकरितां, बारीक वाहिन्या केल्या आहेत. त्यांस रसवाहिन्या म्हणतात. त्यांचीं तोंडें आंतड्याच्या आंतल्या बाजूभर आलीं आहेत. त्यांत रस शिरून तो दुरवर जातो. ह्या वाहिन्यांपैकीं किती एक एकत्र मिळून कोठें कोठें मोठ्या झाल्या आहेत, व कोठें कोठें मोठ्या वाहिन्यांस फांटे फुटून बारीक झाल्या आहेत, व शेवटीं त्या सर्व एका मोठ्या वाहिनींत मिळतात. ह्या थोरल्या वाहिनीस त्द्द्रत वाहिनी ह्मणतात. ही वांकडी चांकडी गेली आहे, व हिची लांबी कितीएक इंच आहे, व जाडी घारीच्या पिसाच्या नळींइतकी आहे. ही पाठीच्या कण्याजवळ आहे, व कांहीं कांहीं मोठाल्या रक्तवाहिन्याजवळून ही जाऊन उराच्या पेटीच्या वरच्या आंगास चढून त्द्दया शेजारी एक मोठी शिर आहे, तीस ती मिळाली आहे. ह्या मार्गानें पक्व रस शिरेंत गेला, ह्मणजे तो एकंदर रक्ताशीं मिळून जातो.

पण रसवाहिन्यांनीं व त्द्द्रतवाहिनीनें शोषलेला रस रक्तांत एकदम मिळून शरिराचें पोषण करण्यास योग्य नसतो, ह्यास्तव त्याचें अभिसरण व्हावें लागतें. ह्या अभिसरणास धाकटें रुधिराभिसरण म्हणातात. दुसरें एक थोरलें रुधिराभिसरण आहे, म्हणजे शरिरांतलें एकंदर रक्त त्द्दयांतून धमन्यांच्या वाटें सर्व शरिरांत जाऊन शिरांच्यावाटें त्द्द-

यांत पुनः परत येतें. तो प्रकार मागें वर्णिला आहे. पण त्या खेरीज दुसरें एक रुधिराभिसरण फुपुसांतून घडत असतें. पक्वरस शिरांत जाऊन अशुद्ध रक्तास मिळतो. नंतर शिरा तें एकंदर रक्त हृदयाच्या उजव्या बाजूस आणून तेथून फुपुसांत नेतात. नंतर तेथून तें हृदयाच्या डाव्या बाजूस पुनः जातें, आणि हृदयांत जाऊन त्यांतून धमन्यावाटें तें सर्व शरिरांत पसरतें, व तेथून शिरांवाटें पुनः हृदयांत परत येतें, व पुनः धमन्यांत जातें. ह्याप्रमाणें सतत अभिसरण होत असतें. शरिरांत ह्याप्रमाणें रक्तास दोन वेळ अभिसरण घडतें. एक थोरलें व एक धाकटें. धाकट्या अभिसरणाचें हें प्रयोजन आहे, कीं पक्वरस रक्तांत मिळून तें प्रथमतः हृदयांत शिरतें. तेव्हां तें शरिराचें पोषण करण्यास योग्य नसतें. ज्या रक्ताचा रंग लाल भडक असतो व ज्या प्रकारचें रक्त धमनींत आढळतें, तसल्या रक्तानें मात्र शरिराचें पोषण होतें; पण शरिरांतलें रक्त काळवट असतें; ह्यास्तव तें शुद्ध झाल्यावांचून त्याचा कांहीं उपयोग नसतो. म्हणून ते फुपुसांत पसरतें, व तेथें श्वासमार्गानें त्याचा व वातावरणातील वायूचा संबंध होऊन त्याचे गुण बदलतात. रक्त शिरांतून हृदयांत जेव्हां येतें, तेव्हा तें काळवट असतें आणि फुपुसांतून फिरून तें परत आलें म्हणजे तें चांगलें लाल भडक होतें; नंतर धमन्यांत जातें व त्यांपासून शरिराचे सर्व अवयव पोसतात; व पित्त, लाळ, वगैरे सर्व मळ उत्पन्न होतात. हीं कामें त्यापासून झालीं म्हणजे त्याचा रंग व त्याचे गुण बदलून तें अगदीं अनुपयुक्त होऊन जातें. मग तें शिरांच्या वाटें परततें, व भक्षापासून झालेला नवा पक्वरस त्यांत येऊन मिळतो. नंतर तें फुपुसांत जाऊन पुनः शुद्ध होतें; आणि पुनः शरिरांत धमन्यावाटें जातें. ह्याप्रमाणें सारखा व्यापार सतत चाललेला असतो.

वाऱ्याचे प्रकार.

गतिविशिष्ट जो वायु त्यास वारा* ह्मणावें. सृष्टींत घडणारे अनेकविध

---

* वायू हा संस्कृत शब्द व वारा हा प्राकृत शब्द ह्या दोन्हीचा अर्थ लोकांत

(पुढें चालू.)

रसायन व्यत्पार व यांत्रिक व्यापार हे वाऱ्याच्या उत्पतीस कारण आहेत खरे; तरो वातावरणाच्या कांहीं भागांत उष्णता कमी होणें किंवा जास्त होणें हें वाराउत्पन्न होण्याचें प्रधान कारण होय; ह्यानें बहुतकरून तो उत्पन्न होतो; व तो उत्पन्न होण्याची रीत येणेंप्रमाणें. वातावरणाचा कोणता एकादा भाग इतर भागांपेक्षां विशेष तापला असतां, त्या तापलेल्या भागांतील वायु विरल होतो; आणि असें झालें म्हणजे त्याचे दाबाचा सारखेपणा बिघडून तो वायु वर फुगतो. नंतर दाबाचें साम्य होण्याकारितां भोंवतालच्या प्रदेशाचा वायु त्या रिकाम्या जागीं अर्थातच भरूं लागतो; म्हणजे त्या स्थळीं चोहींकडून वारा येतो. त्या स्थलाच्या दक्षिणेस राहणाऱ्यांस दक्षिणचा वारा लागूं लागतो, व उत्तरेस जे राहतात, त्यांस उत्तरेचा वारा लागतो. ह्याप्रकारचा वारा मुख्यत्वेंकरून उष्णकटिबंधांत उत्पन्न होतो. तेथें पृथ्वीच्या इतर भागांतल्यापेक्षां विशेष उष्णता असते, तेणेंकरून तेथला वायु तापून दुसऱ्या कटिबंधांत त्या वायूपेक्षां विशेष विरल होतो, आणि वर फुगतो. मग ती जागा भरून दाब सारखा करण्याकरितां ध्रुवाकडला वायु तेथें यावयास लागतो; एवढ्यावरून पाहिलें असतां, पृथ्वीच्या उतर गोलार्धांत नेहमी उत्तरेचा वारा सुटावा व दक्षिण गोलार्धांत दक्षिणेचा सुटावा आणि समोरा समोरचे वारे एकमेकावर आदळून मध्य वृत्तावर सर्वकाळ वादळें व्हावीं; परंतु पृथ्वीच्या दैनंदीन गतीनें वर सांगितलेल्या कार्यांत कांहीं फेरफार होतो. तो फेरफार असा, कीं पृथ्वी दररोज आपल्या आंसा भोंवती फिरत असतां तिच्या बरोबर तिच्या भोंवतालचें वातावरणही फिरतें व मध्यवृत्तावर पृथ्वीची गति अत्यंत जलद असतें, ह्यास्तव त्या वृत्तावरचा वायु लांबच्या वायू-

---

(मागिल पृष्ठावरून पुढें चालू.)

एकच आहे; परंतु शास्त्रीयरीत्या विचार करताना वायुरूप जें द्रव्य; ज्याचें पृथ्वीस आवरण आहे; त्यास वेगळें नांव पाहिजे व त्यास गति प्राप्त झाली असतां, त्यास वेगळें नांव पाहिजे; अशीं दोन नावें आवश्यक आहेत; यास्तव त्यांचा अर्थांत वरचा पारिभाषिक भेद कल्पिला आहे.

पेक्षां विशेष वेगानें फिरूं लागतो; म्हणून दाब सारखा होण्याकरितां दक्षिणे-कडून व उत्तरेकडून मध्यवृत्तावर जो वारा येतो, त्याच्या आंगीं त्या वृत्ताइत-का वेग आला नसल्यामुळें तो वायु पृथ्वीच्या मागें पडतो, व पृथ्वी विशेष वेगा-नें त्यांतून निवून पुढे जाते. आतां पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे दैनंदिन गतीनें फिरते ह्यास्तव मध्यवृत्तावर सारखा पूर्वेकडला वायु उत्पन्न होतो. दक्षिणेकडला वारा व उत्तरेकडला वारा हे पूर्वेकडल्या वाऱ्याशीं मध्यवृ-त्ताच्या जवळ जवळ जमून एक ईशान्येकडला व एक आग्नेयीकडला असे जे दोन वारे उत्पन्न होतात, त्यांस इंग्रजींत **ट्रेदविंद** म्हणजे व्यापाराचे वारे ह्मणतात

तसेंच दुसऱ्या प्रकारचे वारे, जे नियमितकाळीं सुटत असतात, त्यांची गति सहा महिन्यांनीं बदलते; त्यांस इंग्रजींत **मनसुन** म्हण-तात. हे उत्पन्न होण्याचें कारण पृथ्वीची सूर्याभोंवतालची वार्षिक ग-ति होय. पृथ्वी सूर्याभोंवतालीं फिरत असतां, सहा महिने तिचा उत्तर ध्रुव सुर्याकडे कललेला असतो, व सहा महिने दक्षिणध्रुव सुर्याकडे कल-लेला असतो. उत्तरगोलार्धामध्यें जेव्हां उन्हाळा असतो, त्या वेळीं **अर्बस्थान, इराण, हिंदुस्थान आणि चीन** हे देश विशेष तापतात. तेणेंकरून तेथचा वायु विशेष विरल होऊन एकंदर वातावरणांतल्या दाबाचा सारखेपणा नाहींसा होतो; आणि तो आणण्याकरितां दक्षिण गोला-र्धांतल्या मध्यवृत्ताजवळच्या प्रदेशांतला व विशेष थंड जे उत्तरेकडील प्रदेश तेथील थंड वायु तापलेल्या देशाकडे येऊं लागतात. ह्या कारणानें ता-पलेलें **एशियाखंड** व मध्यवृत्त ह्यांच्यामध्यें जे समुद्र आहेत, त्यांत सहा महीनेंपर्यंत, मेष संक्रांतीपासून कन्या संक्रांतीपर्यंत, दक्षिणेकडील मध्यवृत्तावरील प्रदेशांतून वारा सुटतो. दक्षिण गोलार्धांत जेव्हां उन्हाळा असतो त्यावेळीं सहा महिनेपर्यंत—तुळ संक्रांतीपासून मीन संक्रांती-पर्यंत—मकर वृत्ताकडले देश व समुद्र तापून त्यांवरचा वायु विरल होतो आणि तेणेंकरून मध्यवृत्ताजवळच्या वाऱ्याचा रोख फिरून तो पहिल्यानें ज्या दिशेस वाहत असतो, तिच्या विपरीत दिशेस

वाहूं लागतो. वाऱ्याची गति एकाएकीं बदलत नाहीं. तर सूर्य जसजसा एका गोलार्धांतून दुसऱ्या गोलार्धांत जातो, तसतसी ती बदलत बदलत बदलते. ही बदलणूक होण्याच्या वेळीं मोठालीं वादळें व तुफानें होतात; त्यांपासून गलबतांस मोठा धोका होतो. ह्याकरितां मेष संक्रांतीच्या व तुलसंक्रांतीच्या सुमारें वर सांगितलेल्या समुद्रांत गलबतें प्रायः फिरत नाहींत.

वर जें लिहिलें त्यावरून उष्ण कटिबंधांत सुटणाऱ्या वाऱ्याच्या कारणांचें विवरण झालें; पण समशीतोष्ण कटिबंधांत जे अनेक प्रकारचे वारे सुटतात, त्यांचें कारण काय? ह्या प्रश्नांचें उत्तर निश्चितपणें देतां येत नाहीं; तथापि इतकें स्पष्ट आहे, कीं सर्व देशांत त्या त्या देशांची मांडणी व त्यांतल्या पर्वतांची व खोलवट प्रदेशांची मांडणी वगैरे अनेक कारणांच्या अनुरोधानें तेथल्या वायूंत गति उत्पन्न होते, व तिच्या योगानें निरनिराळ्या प्रकारचे वारे उत्पन्न होतात. समुद्र किनाऱ्यास जे प्रदेश असतात, तेथें बहुतकरून उन्हाळ्यांत संध्याकाळीं समुद्रावरून मंदमंद वाऱ्याची झुळूक येऊं लागते, तीस खार म्हणतात. ह्या वाऱ्याचें कारण असें आहे, कीं दिवसास जमीन तापून तीवरचा वायु विशेष विरल होतो. आणि तेणेंकरून दाबाचें साम्य नाहींसें होतें. ह्यास्तव समुद्रावरचा गार वायु जमिनीकडे यावयास लागतो. तसेंच रात्रीं जमीन निवून तीवरील वायु घन झाला ह्मणजे, सकाळच्या सुमारास जमिनीवरून समुद्राकडे वाऱ्याची मंद झुळूक वाहूं लागते. त्या वाऱ्यास मतलई ह्मणतात. वाऱ्याची दिशा बदलणारीं सर्व कारणें तपशीलवार सांगणें अशक्य आहे; तथापि सामान्य रूपानें इतकें ह्मटलें तर चालेल, कीं ज्या ज्या कारणानें वातावरणाचा भाग विशेष उष्ण किंवा थंड होतो, किंवा वातावरणांतल्या वाफेचें पाणी होतें, किंवा ती वाफ थिजते; सारांश ज्या ज्या कारणानें संकोच किंवा विकास होऊन, किंवा रिकामा प्रदेश होऊन एकंदर वातावरणांतल्या दाबाचा सारखेपणा नाहींसा होतो, त्या त्या कारणानें वारे उत्पन्न होतात.

वाऱ्यापासून सृष्टींत किती उत्तम कार्यें होतात, व प्राण्यांस किती

सुखें होतात, ह्यांचें निरूपण करण्याची तादृश गरज नाहीं, कारण त्या गोष्टी सर्वांच्या लक्षांत येण्यासारख्या उघडच आहेत. त्यांच्या योगानें वातावरण नेहमीं हलतें व शुद्ध होतें. सांचवणींचें पाणी व दलदली ह्यांपासून ज्या रोगजनक वाफा निघतात, त्या त्यानें विखरून नाहींतशा होतात. त्याच्यायोगानें मेघ आकाशांत चढून चोहींकडे पसरतात; तेणेंकरून पर्जन्य वृष्टि होऊन सुबत्ता होते. कितीएक बीजांस परासारखा मऊ पदार्थ लाविला असतो, तेणेंकरून वारा सुटला असतां तीं बीजें उडूं लागतात, आणि तेणेंकरून चोहींकडे वृक्ष वनस्पति होतात. माणूस आपल्या चातुर्याच्यायोगानें वाऱ्याकडून अनेक यंत्रें चालवितें; तेणेंकरून त्याचा पुष्कळ श्रम वांचतो. अलंकारदृष्ट्या जर पाहिलें तर समुद्र हा आपला एका देशांतून दुसऱ्या देशांस जाण्याचा राजमार्ग होय, व गलबतें ह्या गाड्या होत, व वारे ह्या गाड्या ओढणारे परमचपल घोडे होत; असें रूपक केल्यास शोभेल. वाऱ्यापासून सृष्टीस केवळ शोभा किती प्राप्त झाली आहे, एवढे जरी पाहूं गेलें तरी असें दृष्टीस पडतें, कीं सृष्टीचा चमत्कार पाहून आनंद पावणाऱ्या पुरुषाच्या सुखास वायु अनेक प्रकारें कारण आहे. तसला मनुष्य डोंगरावर रहात असला म्हणजे त्याच्या नजरेस तऱ्हेतऱ्हेच्या मौजा पडतात. कधीं दाट धुकें पडून त्यानें सर्व दऱ्या अगदीं भरून जातात, व मध्यें डोंगरांच्या उंच उंच शिखरांनीं मात्र त्या धुक्यावर डोकीं काढिलेलीं असतात, तेणेंकरून तीं शिखरें, समुद्रांत पसरलेलीं पुष्कळ बेटें जशीं दिसावीं, तशीं दिसतात. कधीं कधीं त्या धुक्यांतलें कांहीं धुकें उडून जातें, आणि एकाएकीं पलीकडले दूरदूरचे प्रदेश दिसूं लागतात; व तेथें चकचकीत ऊन व सावली हीं जवळ जवळ आल्यानें फारच मौज दिसते, व चित्तास फारच चमत्कार वाटतो. उन्हाळ्यांत व विशेषेंकरून पावसाळ्यांत, संध्याकाळच्या वेळीं एकादे दिवशीं पहावें, तों मेघ क्षणभर एकत्र जमतात; इतक्यांत रांगांनीं उभे राहतात; ह्या प्रकारें त्यांच्या क्षणोक्षणीं नानाप्रकारच्या रचना होत असतात, व त्यां-

वर अस्तोन्मुख सूर्याचे मृदु किरण पडून त्यांस पराकाष्ठेची शोभा व रंग प्राप्त होतात. ह्या सर्व चमत्कारांचें कारण वाराच होय.

दृग्यंत्रें—दुर्बीण व सूक्ष्मदर्शक यंत्र.

ज्या यंत्राच्या किंवा साधनाच्या योगानें डोळ्याची दर्शनशक्ति वाढते, त्यास दृग्यंत्र असें ह्मणावें. चष्मा, दुर्बीण, सूक्ष्मदर्शक, इत्यादि हीं दृग्यंत्रें होत. ज्या ज्या पुरुषांनीं हीं यंत्रें आपआपल्या बुद्धीनें योजिलीं त्या एकएकट्या पुरुषांची बुद्धि मनुष्यजातीचें एकंदर सुख वाढण्यास जितकी उपयोगी पडली, त्यापेक्षां कोणा एकाच्या एकट्या अकलेनें तें काम विशेष झालें असेल, असें ह्मणतां येत नाहीं. **इताली देशांत फ्लारेन्स** ह्मणून एक शहर आहे, तेथील राहणाऱ्या **साल्विनो** नामक एका गृहस्थानें इसवी सनाच्या चवदाव्या शतकाच्या आरंभीं चष्मा करण्याची युक्ति काढिली, असें ह्मणतात; व ह्या युक्तीनें पुष्कळांचें हित झालें आहे, व लक्षावधि मनुष्यें, हें यंत्र नसतें, तर अंधळ्यासारखीं होतीं. असो; पण ह्या धड्यांत चष्म्याचें वर्णन करण्याचा आमचा उद्देश नाहीं; तर आम्ही दुसऱ्या दोन दृग्यंत्रांचें वर्णन करणार. एक दुर्बीण व दुसरें सूक्ष्मदर्शक. दुर्बिणीच्या उत्पत्तीची गोष्ट अशी सांगतात, कीं **युरोप** खंडांत **हालंद** नामें देशांत **मिदल्बर्ग** ह्मणून एक शहर आहे. त्या शहरांत एक चष्मे करणारा राहत असे. त्यास एक मुलगा होता. तो मुलगा एके दिवशीं आपल्या बापाच्या दुकानांत बसला असतां आपल्या हातांचे आंगठे व तर्जनी ह्यांच्या कुंडल्या करून त्यांत दोन वाटोळीं भिंगें घेऊन त्यांतून उगीच मौजेनें पार पहात होता; व तीं भिंगें तो एकमेकांपासून केव्हां दूर करी, व केव्हां जवळ करी. असें करितां करितां पाहतो तों, त्या दुकानासमोर एक देऊळ होतें, त्याचा कळस उलटा, जवळ च एरवींपेक्षां मोठा असा त्यास दिसूं लागला. ही नवीन चमत्कारिक गोष्ट त्यानें बापास सांगितल्यावर त्यास फार आश्चर्य वाटलें. नंतर त्याच्या बापानें दोन भिंगें घेऊन तीं मागें पुढें सरतं अशा रीतीनें एका फळीवर बसविलीं. हा दुर्बिणीचा पहिला नमुना होय. ह्या

वेळीं इताली देशांत तस्कनी एथें गालिलियो नामक मोठा पंडित राहत असे. ह्याचें नांव अर्वाचीन ज्योतिषशास्त्रांत महाविख्यात आहे. त्यास पुढें लौकरच ही युक्ति निघाल्याची बातमी लागल्यावरून, त्यानें हें यंत्र पूर्णावस्थेस आणण्याचा निश्चय करून त्या कामाकडे आपलें मन लाविलें. त्यानें नळ्यांस भिंगें बसवून पहिली दुर्बीण तयार केली, आणि तींतून तो आकाशाकडे पाहूं लागला असतां, त्याच्या दृष्टीस अद्भुत चमत्कार पडले. त्यानें बृहस्पतीच्या भोंवतालीं फिरतांना चार उपग्रह पाहिले, सूर्याच्या बिंबावर डाग त्यास दिसले, व ते डाग स्थलांतर करितात, असें पाहिल्यावरून सूर्य आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो, असा सिद्धांत झाला. तसेंच चंद्राकडे दुर्बिणीतून पाहतां त्याच्या बिंबावर दऱ्या दृष्टीस पडल्या, व पूर्वी दिसत होते नव्हते असे कितीएक तारे ह्या यंत्रांतून स्पष्ट दिसूं लागले. ह्या सर्व गोष्टी सन १६१० हांत प्रसिद्धीस आल्या. व त्या वेळीं दुर्बिणीची कल्पना निघून फार दिवस झाले नव्हते. त्या वेळेपासून अनेक प्रकारच्या लहान मोठ्या कल्पना निघून हें यंत्र हल्लीं पूर्ण आवस्थेस आलें. ह्याच्या योगानें विद्वानांनीं अंतराळांत दूरदूरचे प्रदेश पाहिल्यामुळें, ज्या गोष्टी पूर्वी मनुष्याच्या नेत्रास अगोचर होत्या, त्या ह्या यंत्रानें गोचर केल्या.

दुर्बीण ही आपणास अंतराळांत दूर अंतरावर जलदीनें नेणारें असें वाहनच सांपडलें, असें ह्मटलें तर रूपक शोभेल. डाकतर हर्शल नामक एक महा विद्वान् पुरुष होऊन गेला; त्यानें जी दुर्बीण केली आहे, तिच्या योगानें पदार्थ मुळच्यापेक्षां ६००० पट मोठा दिसतो. ह्या दुर्बिणीच्या योगानें शनि व त्याचे उपग्रह इत्यादिक इतके स्पष्ट दिसतात; कीं नुसत्या डोळ्यांनीं तसें पहाण्यास, तो ग्रह ज्या दिशेस आहे, त्या दिशेस ८००००००० मैल लांब जावें लागतें. व इतक्या दूर जाण्यास दर तासास ५० मैल ह्या मानानें १८०० वर्षें लागलीं असतीं. ह्याच यंत्राच्या योगानें आपणास दूरदूरचीं नक्षत्रें, त्यांचा परस्परांशीं संबंध वगैरे, जशीं स्पष्ट दिसतात, तशीं स्पष्टपणें तीं नुसत्या डोळ्यांनीं दिसा-

वयास आपणास ४०००००००००००० मैल त्या दिशेस जावें लागतें. आपल्या आंगीं तोफेच्या गोळ्याच्या इतकी जलदीची गति असती तरी हें अंतर क्रमण्यास कित्येक लक्ष वर्षें लागतीं. ह्या वर्णनावरून ह्या यंत्राची कल्पना निघाल्यापासून मनुष्याच्या आंगीं केवढें सामर्थ्य आलें, ह्याचा सुज्ञांनीं विचार आपल्या मनांत करावा.

लांबचे पदार्थ जवळ दिसण्यासाठीं दर्शनानुशासनांतल्या ज्या नियमांवरून दुर्बिणीची योजना झाली आहे, त्यासारख्याच नियमावरून सूक्ष्म पदार्थ मोठे दिसण्याकारितां एक यंत्र योजलें आहे, ज्यास सूक्ष्मदर्शक यंत्र ह्मणतात. ह्या यंत्राच्या साहाय्यानें जे चमत्कर दृष्टोत्पत्तीस आले आहेत ते दुर्बिणीच्या चमत्कारांपेक्षां कमी आहेत, असें नाहीं. ह्या यंत्राची मूल कल्पना कोणी काढिली, व कधीं काढिली, हें आज निश्चितपणें समजत नाहीं. ड्रेबेल ह्या नांवाचा कोणी एक हालंडचा गृहस्थ होता, त्याजवळ सन १६२१ सांत एक सूक्ष्मदर्शक होतें, त्यापूर्वीं कोणापाशीं हें होतें असा लेख सांपडत नाहीं; ह्यावरून ह्या यंत्राचा ड्रेबेल हाच मूळ कल्पक असावा, किंवा त्यानें तें चांगल्या अवस्थेस आणिलें असावें, अशी सामान्य समजूत आहे. जनावरें, वनस्पती, किंवा खानिजपदार्थ, ह्या तीन वर्गांपैकीं एखादा कोणताही पदार्थ घेऊन तो त्या यंत्रांतून पाहिला असतां, त्याचेठायीं प्रायः पुष्कळ नवे चमत्कार दृष्टीस पडतात. ह्यास उदाहरण माती, वाळू वगैरे कोणत्याही द्रव्याचा परिमाणु त्या यंत्रातून पाहिला असतां, त्याचा आकार स्पष्ट दिसतो. तसेच माशाच्या आंगावरचें खवले, मोठ्या मौजेनें एकमेकांत गुंतलेलीं व चित्रविचित्र रंगाचीं रंगवलेली जाळीदार कापडें जशीं असावीं तसें दिसतात. ही जाळी अशी शान असते कीं मनुष्यास तिचें अनुकरण कदापी करितां यावयाचें नाहीं. तसेंच झाडांचे कांटे ह्या यंत्रांतून पाहिले असतां ते जरी यंत्राच्यायोगानें हजारोपट मोठे दिसतात, तरी नुसत्या डोळ्यानीं जशीं त्यांची टोंकें दिसत असतात व त्यांच्या आंगावरचा गुळगुळीतपणा दिसत असतो, तशींच बारीक टोंकें व तसा साफ गुळगुळीतपणा हीं दिसतात.

पतंगाच्या पंखावर जें पीठ दिसत असतें, त्याचा प्रत्येक कण ह्या यंत्रांतून पाहिला असतां तो सावयव व चांगलें पीठ दिसतें. तसेंच मनुष्याच्या डोईवरचे केंस नळ्यासारखे पोकळ दिसतात, व त्यांच्याखालीं फुगें व त्यांच्या आंगास फुटलेले बारीक तंतु दृष्टोत्पत्तीस येतात. आपल्या आंगावर जीं रोमरंध्रे आहेत, ज्यांतून घाम बाहेर निघतो, तीं इतकीं बारीक आहेत कीं एक अत्यंत बारीक वाळूचा दाणा शरिरावर ठेविला असतां, त्याखालीं सवालक्ष तीं रंध्रें झांकून जातील. तीं रोमरंध्रे ह्या यंत्रानें दृष्टिगोचर होतात. कांहीं पातळ पदार्थांत कांहीं प्राणी दृष्टीस पडतात. ते इतके सूक्ष्म असतात, कीं ते पन्नास साठ हजार एके ठिकाणीं ठेविले तरी ते एका अत्यंत लहान ऊ एवढे सुद्धां होणार नाहींत; पण ते इतके लहान असतांही तोंड, डोळे, पक्काशय, रक्तवाहिन्या वगैरे जीवन व्यापारांस आवश्यक सर्व अवयव त्यांच्या शरिरांत दृष्टीस पडतात. सांचलेल्या पाण्यांत उन्हाळ्यांत हिरवा तवंग येतो. त्या तवंगाच्या प्रत्येक बिंदूंत हजारों प्राणी नजरेस येतात. ओल्या पदार्थांवर जी बुरशी येत असते, ती ह्या यंत्रांतून पाहिली असतां, दाट झाडी दिसते; व तींत मोठालीं झाडें व लहान लहान झुडपें आढळतात, व त्यांच्या खांद्या, पानें, फळें वगैरे स्पष्ट वेगळालीं दिसतात. सारांश; ह्या अद्भुत यंत्राच्यायोगानें आपणास असें समजतें, कीं ज्या सर्वशक्ति **परमेश्वरानें** हा भुगोल व दुसरे ग्रहरूप गोल घडले, तोच **परमेश्वर** त्याचवेळीं माशीच्या डोळ्यांतले हजारो सूक्ष्मदर्शक व पारदर्शक गोल घडून त्यास झिलई देत होता, व तोच ऊच्या आंगांतल्या रक्तवाहिन्यांस आरपार भोंकें पाडण्यांत व तीस चालतां यावें ह्मणून तिच्या पंजांचे सूक्ष्म सांधे घडवून ते जोडण्यांत गुंतला होता. आणि ह्याप्रमाणें त्याचें अपार सामर्थ्य व अप्रतिम कौशल्य हीं मनांत ठसून तें चमत्कारानें व भक्तिरसानें परिपूर्ण होऊन जातें.

पाण्याच्या वाफेचे विकार—मेघ, धुकें, पाऊस, दव, *वर्फ आणि गारा.

असें मागें सांगितलें आहे, कीं पाण्याचा वायूशीं संबंध झाला अस-

---

*वर्फ ह्मणजे जमिनीवरचें थिजलेलें पाणी असा सामान्य अर्थ आहे. तो एथें घ्यावयाचा नाहीं. तर थंड देशांत पाण्याची वाफ आकाशांतच थिजते आणि ती पिसासारख्या पदार्थाच्या रुपानें खाली पडते, त्या तसल्या वाफेस येथें वर्फ शब्द लाविला आहे.

त्तां, त्या पाण्याची वाफ होऊं लागते, व त्या वाफेचें विशिष्टगुरुत्व कमी असल्यामुळें ती वातावरणांत चढते. ही वाफ वातावरणांत अनेक रुपें धारण करिते. ती वायूंत अगदीं मिळून गेलेली असते, त्या वेळीं तीं अदृश्य असते; मीठ पाण्यांत मिळून गेलें असता, जसें अदृश्य अस्तें तशी. पण वायूंत ती वाफ फारच भरली ह्मणजे ते जलपरमाणू दृश्य होतात, ते वातावरणांतच तरत असले तर त्यांस मेघ व धुकें हीं नांवें प्राप्त होतात, व विशेष जड होऊन खालीं पडत असल्यास त्यांस अवस्थाभेदेंकरून पाऊस, दव, बर्फ, आणि गारा अशीं नांवें मिळतात.

मेघ व धुकें ह्यांच्यामध्यें भेद हाच, कीं मेघ वातावरणांत अधांत्रीं असतात, व धुकें वातावरणांतच असतें, पण जमिनीला लागून असतें, परंतु दोन्हींचें वास्तविक स्वरूप एकच होय. असें समजलें आहे, कीं मेघ व धुकें ह्मणजे लहान लहान पोकळ गोळ्या असतात. त्यांच्या घटक द्रव्याचें स्वरूप म्हटलें म्हणजे घंड पाण्याचेंही नसतें, व घड वाफेचेंही नसतें; तर दोन्हींच्या मध्यें असतें. ह्या गोळ्या बनण्याचीं कारणें अद्यापि चांगलीं समजलीं नाहींत; तथापि विद्वानांचा असा तर्क आहे, कीं उष्णता व वीज हीं पाण्यास हें रूप प्राप्त होण्याचीं मुख्य कारणें असावीं. मेघांची उंची निरनिराळी असते. कांहीं फारच सखल असतात, व कांहीं नेमस्तपणें उंच असतात, व कांहीं फारच उंच असतात. मनुष्य पर्वतांच्या माथ्यांवर जाऊं लागला असतां, कितीएक वेळ तो मेघांच्या थरांतून जातो, आणि वर गेला असतां, त्यास त्याच्या पायांखालीं मेघ घटक सूक्ष्म गोळ्या एकसारख्या पसरलेल्या दिसतात. पण दक्षिण अमेरिका देशांत आंदीस म्हणून पर्वत आहे, त्याचें चिंवरेजो ह्मणून अत्यंत उंच एक शिखर आहे, त्या शिखरापासून पुष्कळ उंच पांढुरके कांहीं प्रकारचे मेघ सर्वकाळ दिसत असतात. हे मेघ पृथ्वीच्या पृष्ठ भागापासून कितीएक मैल उंच असतील. ऋणवीज त्यांस पृथ्वीपासून दूर लोटिते, ह्यामुळें ते दूर जातात, व धनवीज आकर्षण करिते म्हणून धुकें अगदीं जमिनी बरोबर राहतें, असें मानितात.

मेघघटक पोकळ गोळ्या एकमेकांशीं जडून त्यांचे थेंब झाले म्हण-

जे पाऊस पडतो. थेंब बनल्यावर ते खालीं पडण्याचें कारण उघडच आहे. तें कारण जमिनीचें गुरुत्वाकर्षण होय; पण पोकळ गोळ्यांचे थेंब कशानें होतात, असें विचारल्यास, गारांच्या गोळ्या कशानें होतात, हें जसें समजत नाहीं, तसें हेंही समजत नाहीं; तथापि तेथल्यासारखा एथेंही तर्क आहे, कीं ही गोष्ट होण्यास वीज मुख्य कारण असावी. आतां मेघांतली वीज कमी झाल्यानें त्यांचे थेंब बनतात, असें कल्पिल्यास त्या कल्पनेस अनुगुण अशी वस्तुस्थिति आढळते, ती ही, कीं ज्या प्रदेशांत डोंगर पुष्कळ, तेथें पाऊस पुष्कळ पडतो, व ही स्थिति वरच्या कल्पनेस अनुगुण म्हणण्याचें कारण असें कीं ज्या प्रदेशांत डोंगर फार असतात, त्यांत वीज आकर्षणारे बिंदु (डोंगरांचीं शिखरें) पुष्कळ होऊन वातावरणांतली पुष्कळ वीज आकर्षलेली जाते. ह्या वरच्या कल्पनेस विशेष बळकटी आणणारें आणखी एक प्रमाण आहे, तें हें कीं **पेरु** देश व **लिमा** शहरच्या भोंवतालचा प्रदेश इत्यादि ज्या ठिकाणीं मेघ गर्जना होत नाहीं, तेथें पाऊस अगदीं पडत नाहीं. तसेंच **देल्यूक** नामें एक पुरुष होता, त्याचे पाहण्यांत एकदां असें आलें, कीं एक मेघ पुष्कळ उंचीवरून एकाएकीं मोठ्या वेगानें खालीं आला, आणि त्यांतून मोठ्या जोराची सर पडून तो तशाच वेगानें पुनः पहिल्याइतका उंच गेला. ह्या गोष्टीवरूनही वरच्या कल्पनेस विशेष जोर येतो.

पृथ्वीवरच्या सर्व प्रदेशीं पाऊस सारखा पडत नाहीं; निरनिराळ्या ठिकाणीं निरनिराळ्या मानानें पडतो. उष्णकटिबंधांत पाऊस पराकाष्ठेचा पडतो; व मध्यवृत्तापासून जसजसें दूर जावें, तसें तसें त्याचें मान कमी कमी होत जातें. विवक्षित स्थळीं पाऊस कितीं पडला, हें काढण्याकरितां एक यंत्र केलें असतें. त्यास पर्जन्यमापक यंत्र म्हणतात. त्या यंत्राच्या योगानें निरनिराळ्या स्थळचा पाऊस मापतांना, ह्या पुढल्या गोष्टी कळल्या आहेत. **ग्रानेदा** हें स्थल १२° उत्तर अक्षांशावर आहे. तेथें उभ्या वर्षांत १२६ इंच पाऊस पडतो; **कलकत्ता** २२° उ. अ. आहे. तेथें ८१ इंच पाऊस पडतो. **रोम** शहर ४१°६१

उ. अ. आहे. तेथें ३९ इंच पडतो. **इंग्लंदांत** ३२ इंच पडतो. **पीतस्बर्ग** ९९°१६ उ. अ. आहे. तेथें १६, इंच पडतो. एकाच देशांत निरनिराळ्या ठिकाणीं निरनिराळ्या मानानें पाऊस पडतो. एकाच **ब्रिटन** देशांत लंडन शहरांत २० इंच पडतो, **मांचिस्तर** शहरांत२६ इंच, **केंदाल** एथें २३ इंच, **स्काटलंदांत दंफ्री** नामक गांवांत ३६; **ग्लासगो** एथें २१ इंच, आणि **एदिंबरो** एथें २९ इंच पडतो. पण पावसाविषयीं ज्या गोष्टी समजल्या आहेत, त्या सर्वांत अत्यंत चमत्कारिक गोष्ट ही, एकाच स्थळीं निरनिळ्या उंचीवर निरनिराळ्या मानानें पाऊस पडतो. **लंदन** शहरांत **वेस्तमिनिस्तर आबी** म्हणून एक उंच इमारत आहे, तिच्या माथ्यावर पर्जन्यमापक यंत्र ठेविलें होतें. उभ्या वर्षांत त्या यंत्रांत १२ इंच पाऊस पडला, त्याच इमारतीच्या शेजारीं एका सखल घराच्या माथ्यावर यंत्र ठेविलें होतें; त्यांत १८ इंच पडला, व तिसरें यंत्र खालीं जमिनीवर ठेविलें होतें, त्यांत २२ इंच पडला.

वातावरणांतला द्रवांश जमिनीवर जो नकळत जमतो, त्यास दव म्हणतात. दव हें गवतावर व झाडांच्या पानांवर जमतांना बहुतेक सर्वांनीं पाहिलें असेल. बहुतकाळपर्यंत असें मानीत असत, कीं वातावरण संध्याकाळच्यावेळीं निवलें म्हणजे, दिवसास तें तापल्यामुळें त्याच्या आंगीं पाण्याची वाफ अदृश्यपणें राखण्याची जी शक्ति असतें, ती शक्ति कमी होऊन, जास्त वाफेचें पाणी होऊन तें दवाच्या रूपानें जमिनीवर पडतें; परंतु **दाकतर वेल्स** ह्यानें पुढें असें सिद्ध केलें, कीं पृथ्वी वातावरणाच्या अगोदर निवूं लागते, व तिच्या निवण्यानें दव पडतें; वातावरणाच्या निवण्यानें पडत नाहीं. पृथ्वीच्या आंगीं किरण रूपानें उष्णता बाहेर टाकण्याची शक्ति पुष्कळ आहे, व वातावरणाचेठायीं ती शक्ति कांहीं असली तरी ती अनुभवास येण्या इतकी सुद्धां नाहीं; ह्याकरितां संध्याकाळच्या सुमारें सूर्याची उष्णता कमी होऊं लागली, व सुर्यास्त झाल्यावर ती अगदीं बंद झाली, म्हणजे पृथ्वी किरणरूपानें उष्णता भराभर बाहेर अंतराळांत टाकून देऊं लागून निवूं लागते. व वातावरणाच्या

आंगीं ती शक्ति नसल्यामुळें त्याचा आणि पृथ्वीच्या निवालेल्या पृष्ठभागाचा संबंध होऊन मात्र त्यांतली कांहीं उष्णता थोडथोडी कमी होते. ह्याप्रमाणें वायूच्या ज्या भागांतली उष्णता कमी होते, त्या भागास वाफ अदृश्यपणें राखण्याचें सामर्थ्य कमी होऊन जास्त वाफेचें पाणी होऊन त्याचे मोत्यासारखे बिंदु, त्या निवालेल्या वायूस ज्या पदार्थाचा संबंध झाला असतो, त्या पदार्थावर जमतात. व त्या बिंदूस दव किंवा दाहवर म्हणतात. दवाच्या उत्पत्तीच्या अशा कल्पनेनें, वारा जोरानें वाहत असतो, तेव्हांपेक्षां वारा पडला असतो, तेव्हां, तसेंच अभ्रें आलीं असतात, तेव्हांपेक्षां, आकाश स्वच्छ असतें, तेव्हां, दव पुष्कळ पडतें, ह्या गोष्टींची उपपत्ति चांगली होते. वातावरणांत द्रवद्रव्य पुष्कळ जमलें म्हणजे, तें पृथ्वीपासून अंतराळांत उष्णतेचे किरण साफ जाऊं देत नाहीं, इतकेंच नाहीं; तर तें द्रवद्रव्य स्वतः उष्णतेचे किरण पृथ्वीकडे टाकितें; तेणेंकरून पृथ्वी जलद निवत नाहीं. पण रात्रीं निरभ्र असलें म्हणजे पृथ्वींतून उष्णतेचे किरण निष्प्रतिबंधपणें अंतराळांतल्या दूरदूरच्या प्रदेशीं जातात, व त्यांपासून उष्णतेचे किरण परत येत नाहींत. असें सांगतात कीं, तळघरांतून दारूची शिशी बाहेर आणिली असतां तिवर दव जमतें, त्याचें कारण हेंच, कीं नव्या जागेंतल्या वायूपेक्षां शिशी थंड असते, ह्यास्तव तींत वायूंतली उष्णता शिरून तो थंड होऊन त्यांतली वाफ दवाच्यारूपानें दृश्य होते. तसेंच भिंगावर श्वास टांकिला असतां श्वासापेक्षां भिंग गार असल्यामुळें त्याच्या संबंधानें श्वास थंड होऊन त्यांतली वाफ भिंगावर दृश्य होते.

पदार्थांच्या आंगीं किरणरूपानें उष्णता बाहेर टाकण्यची जशी कमजास्त शक्ति असते, त्यामानानें ते वातवरणापेक्षां अगोदर निवतात; ह्यास्तव त्याच मानानें त्यावर दव कमजास्त जमतें. असें आहे, म्हणून खडक, वाळू किंवा पाणी ह्यांवर दव फार थोडें पडतें, किंवा कदाचित् पडत नाहीं झटलें तरी चालेल. आणि ज्यांस तें हितावह आहे, असें जें गवत, झाडें, वगैरे वनस्पति वर्गांतलें पदार्थ, त्यांवर तें पुष्कळ पडतें. हें एक **परमे-**

श्वराच्या चातुर्याचें व कृपेचें मोठें चमत्कारिक उदाहरण आहे. तसेंच त्याच्या कृपेचें आणखी एक उदाहरण आहे, तें हें कीं उष्णकाळांत व उष्ण देशांत थंडाव्याची विशेष गरज असते, व त्याकाळीं व त्या देशांत दव पुष्कळ पडतें. दिवसास जमीन जसजशी अधिक तापते, त्याप्रमाणें ती पुढें अधिक अधिक उष्णतेचे किरण टाकिते, आणि तेणेंकरून रात्रीं वातावरणापेक्षां अधिक जलदीनें ती निवते. ह्यामुळेंच अमेरिकें-तील पश्चिम देशांत उष्णता फार आहे, ह्मणून संध्याकाळचा गारवा फार येतो, व तेथें दव पुष्कळ पडतें.

वातावरणांत वाफेस अनेक विकार होतात, त्यांपैकीं एका विकारास हिम किंवा बर्फ असें म्हणतात. हा पदार्थ पावसासारखा आकाशांतून पडतो. इंग्लंदादि थंड देशांत हा पदार्थ प्रसिद्ध आहे; उष्ण देशांत प्रसिद्ध नाहीं. वाफ थिजून हा पदार्थ उत्पन्न होतो. ती वाफ खालीं पडतांना, थिजते किंवा कधीं कधीं पडावयाच्या पूर्वी वातावरणांत थिजते. वातावर-णांत उंच अंतरावर पहिल्यानें वाफ थिजून तिच्या कांड्या बनतात, व त्या खालीं पडतांना त्यांचा स्पर्श होऊन वातावरणांतल्या खालच्या थरा-तल्या जलकणांच्याही कांड्या होतात. तो त्या कणांस स्पर्श न होता तर तें द्रव्य अदृश्य रूपानेंच वायूंत राहतें. ह्या कांड्या षट्कोणी फुलांसा-रख्या असतात. पण अशा कांड्या जमण्यास वारा बंद असावा लागतो, व वायूंत उष्णता कमी असावी लागते. फार उष्णता असली तर त्या फुलांचे कोपरे वितळून तीं बिघडतात. वारा फार सुटला असतां, ह्या कांड्या एकमेकांशीं घासून व एकत्र जमून लोकरीच्या पुंजक्यासारखे पुंजके होऊन खालीं जमिनीवर पडतात.

गारा हा पदार्थ प्रसिद्धच आहे, व दिसण्यांत हा बर्फाचाच एक प्र-कार आहेसा दिसतो. वातावरणाच्या कमजास्त उष्णतेच्या निरनिराळ्या थरांतून बर्फ खालीं पडत असतां, वाटेनें तें अनेक वेळ कमीजास्त वित-ळतें व अनेक वेळ पुनः कमीजास्त थिजतें. ह्याप्रमाणें पुनः पुनः त्यास विकार घडून त्याच्या गारा बनतात. त्या होण्यास वीज कारण आहे, हें

स्पष्ट आहे. विजेच्या यंत्रानें कृतीच्या गारा कारितां येतात. तसेंच असें सांगतात, कीं जलत्पर्वतांतून आगीचे व धुराचे वगैरे लोट निघत असतां, त्यां मागून मोठमोठाल्या गारा निघतात.

वातावरणांतल्या वाफेस जे अनेक विकार घडतात, त्यांस अनकूळ व प्रतिकूळ अशा मुख्य गोष्टींचे संक्षिप्त वर्णन केलें. त्या विकारांचीं कारणें काढण्यापेक्षां त्यापासून सृष्टीस जे फायदे होतात, ते सांगण्याचें सोपें आहे. पृथ्वीवरून वाफेच्या रुपानें पाणी वातावरणांत जाऊन तेथें फार वेळ राहिलें असतां, सर्व सृष्टि ग्लान झाल्यासारखीं दिसूं लागते. झाडें व वेली कोमेजून माना खाली टाकितात, व प्राण्यांची शक्ति क्षीण होते. मनुष्याच्या नाकातोंडांतून धुळ जाऊं लागते; व ऊन फार तीव्र होऊन तेणेंकरून त्यांची आंगें भाजूं लागतात; व अगदीं दुर्बल होतात आणि अशा उनापासून रक्षण करावयास जागा सुद्धां मिळेनाशी होते. पण तेंच पाणी पर्जन्याच्या रुपानें पुनः पृथ्वीवर पडलें ना पडलें कीं, लागलीच सर्व सजीव पदार्थांच्या जिवांत जीव येतो, शेतें तत्काळ हिरवीं गार दिसूं लागतात; झाडांची पानें व फुलें टवटवीत होऊन त्यांच्या रंगाच्या छटा फाकूं लागतात; प्राणी हुशार होऊन आनंदानें उडूं बागडूं लागतात आणि वातावरणांतल्या घटकावयाचें प्रमाण यथास्थित होऊन हवा मौजेची व सुखकारक अशी होते. उष्ण देशांत बर्फाचें नांव घेतलें असतां, लोकांस मोठें भय वाटतें; त्या बर्फापासून सुद्धां सृष्टीस पुष्कळ हित होतें. त्याच्या योगानें वनस्पतींचीं मुळें आच्छादून त्यांस थंडीचा उपद्रव होण्याचा बंद होतो. अशा कांहीं जमिनी आहेत, कीं त्या तिरप्या वगैरे असल्यामुळें तेथें पावसाचें पाणी ठरत नाहीं. तसल्या जमिनीवर बर्फ टरून त्यांस चांगला ओलावा येतो. अत्यंत उत्तरेस जे देश आहेत, तेथे सर्व जमिनीवर बर्फाचा थर बसून तेथच्या लोकांच्या एकचाकी गाडया चालावयास गुळगुळीत रस्ता होतो. वाफेच्या सर्व विकारांमध्यें गारा मात्र केवळ उपद्रवकारक आहेत, असें दिसतें. त्यापासून होणारें कांहींच हित लक्षांत येत नाहीं. पाखरें व चतुष्पद जनावरें, ह्यांस गारांचा वर्षाव व्हावयाचा अस-

ला म्हणजे तो आधींच समजून, तीं निवाऱ्याच्या ठिकाणीं जाऊन लपून बसतात. मनुष्यांस ह्या अनर्थाचें चिन्ह पूर्वी कळत नाहीं, व तो प्राप्त झाला असतां त्यापासून होणाऱ्या उपद्रवाचें निवारणही त्यांस करितां येत नाहीं. त्यांनीं युक्ति काढिली आहे तिच्यायोगानें वीज पडून नाश होण्याचे बहुतकरून बंद झाले आहेत, पण ह्या गारांपुढें त्यांची अक्कल अद्यापि अगदींच चालत नाहीं. गारा त्यांचीं फळझाडें मोडून त्यांचा चुराडा करितात; त्यांचीं रहावयाचीं घरें जरजर करितात; आणि हा सर्व अनर्थ त्यांस आपल्या डोळ्यांनीं पहावा लागतो; त्याची प्रतिक्रिया त्यांच्या हातून अगदीं होत नाहीं.

इंग्लंदांतील राज्यसत्तेचा प्रकार.

इंग्लंडांत राजा, सरदार लोक, व साधारण लोकांचे मुक्त्यार, ह्या तिघांच्या मिळून हातीं मुख्य राजसत्ता आहे. आतां मुख्य सत्ताधारी ह्यांचीं कामें दोन—कायदे करणें व ते कायदे चालू राखणें. पहिलें काम तिघांनीं मिळून करावें, व दुसरें एकट्या राजानेंच करावें, अशी व्यवस्था आहे.

कायदे चालू करण्याचा व चालू राखण्याचा अधिकार राजाचा आहे हा अधिकार वंशपरंपरागत आहे; परंतु वंशजांस कांहीं गोष्टी* मात्र कबूल कराव्या लागतात. त्या मोडल्यास त्यांचा अधिकार नाहींसा होतो ह्याप्रमाणें हा अधिकार वंशपरंपरागत आहे; तरी पार्लमेंत+ सभेस तो बदलितां किंवा नियमित करितां येतो; म्हणजे एका घराण्यांतला अधिकार काढून दुसऱ्या घराण्यांत द्यावयाचा किंवा एकाच घराण्यांत अमक्याच विशेष मनुष्यास तो अधिकार देण्याचा त्या सभेस पूर्ण अक्त्यार आहे. राजाचें मुख्य काम हें कीं त्यानें ठरविलेल्या कायद्यांप्रमाणें प्रजेस

---

* इंग्लंडांत जो राजा व्हावयाचा त्यानें प्रातस्तंत धर्म स्वीकारिला पाहिजे, इंग्लंदांतल्या मुलीशीं लग्न करितां उपयोगीं नाहीं, अशा कांहीं अटी आहेत.

\+ सरदार लोक व साधारण लोकांचे मुक्त्यार यांच्या निरनिराळया सभा आहेत, त्या दोन्ही सभांस एकवट पार्लमेंट असें नांव दिलें आहे.

वागवावें. राजा सर्व इनसाफाचें मूळ होय; म्हणजे त्यानें केलेला इन-साफ शेवटचा, त्याजवर कोणाचा इनसाफ नाहीं; व इतर सर्वांस इनसा-फ करण्याचा अधिकार राजापासून प्राप्त होतो; तसेंच अम्मल म्हणून जितका आहे, तितका राजाच्या हातीं आहे; तथापि मान्य होऊन ठर-विलेले कायदे बदलण्याचा, किंवा त्यांत कांहीं फेरफार करण्याचा अधि-कार त्यास बिलकूल नाहीं. कारण, त्याच कायद्यांनीं लोकांस वागव-ण्याचा त्यास अधिकार आहे. देव व कायदे हे मात्र राजापेक्षां श्रेष्ठ; दुसरे सर्व त्यापेक्षां कमी. इंग्लंदच्या राज्यनीतींतला हा एक सिद्धांत आहे, कीं राजा ह्या नात्यानें राजाच्या हातून कदापि अन्याय व्हावयाचा नाहीं. राजानें जें सरकारी काम करावयाचें, तें सर्व आपल्या प्रधानांच्या द्वारें करावें, स्वतः करूं नये, असें ठरविलें आहे; व त्या प्रधानांकडे का-यदे बरोबर चालवण्याची जवाबदारी आहे; तेणेंकरून वास्तविक राज्य चालवणारे प्रधान होत. त्यांनीं अन्याय केल्यास त्यांस शिक्षा होते. त्या देशांतल्या राज्यव्यवस्थेंत दुसरा एक सित्धांत आहे, कीं राजा कधीं मरत नाहीं. हा सित्धांत शब्दांच्या अर्थावरून पाहिला असतां अगदीं खोटा दिसतो; परंतु त्याचा विवक्षित अर्थ असा आहे कीं राजाचा अ-धिकार कधीं ही नष्ट होत नाहीं; म्हणजे एक राजा मेल्याबरोबर त्याच्या वारसाचेठायीं तो उत्पन्न होतो; तेणेंकरून राजा नाहीं, असें कधींही होत नाहीं. *इंग्लंदांत देशधर्माचा +मुख्य अध्यक्ष राजा आहे, तथापि स्थापित धर्मांत फेरफार करण्याचा त्यास अधिकार नाहीं. तसेंच देशां-तील सर्व फौजेचा मुख्य अधिकारी राजा आहे, तथापि पार्लमेंत सभेच्या

---

* राजा मेला असतां वगैरे जो गोंधळ पडतो तो पडूंनये हा ह्या नियमाचा हेतु आहे.

+ इंग्लंदांत अनेक प्रकारचे धर्म आहेत व अनेक प्रकारचे पंथ आहेत, परंतु जो पंथ सरकारानें अंगिकारिला आहे, त्यास देशाचा धर्म असें ह्मणतात. धर्मोप-देशकांस वेतनें पगार, वगैरे देण्याकरितां लोकांकडून कर वगैरे घेऊन पैसा उत्पन्न करितात, तो ह्या धर्माच्या उपदेशकांस मात्र देतात. ह्या धर्मास इंग्लिश चर्च अ-सें म्हणतात. हा धर्म प्रातस्तंत पंथांतला अवांतर भेद आहे.

अनुमत्तावांचून फौज वाढवण्याचा त्यास अधिकार नाहीं; व जी फौज नेहमीं असते, ती राखण्यास दरवर्षाच्या प्रारंभीं त्यास त्या सभेचें अनुमोदन घ्यावें लागतें. नाणें छापण्याचें काम राजाकडे आहे, तरी अमुक नाण्यांत अमुक प्रमाणानें शुद्ध धातु असावा, व अमुक प्रमाणानें अमुक हीण असावें, हा नियम बदलण्याचें सामर्थ्य त्यास नाहीं. इतर राज्यांशीं त्या देशच्या लोकांच्या संबंधानें मुख्य वागणारा राजा होय. त्या देशांत वकील पाठवण्याचा, त्यांबरोबर तह करण्याचा, व लढाई करण्याचा वगैरे सर्व अधिकार राजाकडे आहे. तसेंच पार्लमेंत सभा भरवण्याचा व त्या सभेस उठण्याची मोकळीक देण्याचा, व जुनी सभा * मोडून नवी सभा करण्याचा अधिकारही राजाकडे आहे. तथापि निदान दर सात + वर्षांनीं तरी त्यास जुने पार्लमेंत मोडून नवें पार्लमेंत बोलवावें लागतें. कारण तसें करण्याविषयीं कायदा आहे. तसेंच आपल्या सर्व न्यायसभांत आलेल्या सर्व प्रकारच्या तंट्यांचा त्यास ठरविलेल्या कायद्याप्रमाणें इनसाफ करावा लागतो, व हा इनसाफ करणें राजाची कृपा नव्हे; तर त्यानें तो करावा हा प्रजेचा त्यावर हक्क आहे. राजास पाहिजे तो गुन्हा गुन्हेगारास माफ करण्याचा अधिकार आहे. आतां, तो गुन्हेगारापासून कांहीं अटी कबूल करवून माफ करावा, किंवा कांहीं अटीवांचून नुसता माफ करावा, हें राजाच्या शुद्ध मर्जीवर आहे. तसेंच लोकांस किताब वगैरे देण्याचा अधिकारही राजाकडेच आहे.

---

* जुनी पार्लमेंत सभा मोडावयाची ह्याचा अर्थ असा. साधारण लोकांस आपल्या इच्छेस येतील, ते लोक बहुसंमतानें निवडून पार्लमेंतांत पाठवण्याचा अधिकार आहे. ते पाठविलेले लोक पार्ममेंतांत बसतात, परंतु कधीं कारणपरत्वें राजा जुनें पार्लमेंत मोडून लोकांस सांगतो, कीं तुह्मी पुनः नवी निवड करून आपले मुक्त्यार पाठवा; अशा रीतीनें पार्लमेंत मोडण्याचा राजास अधिकार आहे. असें केल्यानें त्यास जे विरुद्ध लोक असतात, ते कधीं कधीं पार्लमेंतांतून जातात, परंतु लोकांनीं पुनः तेच लोक पाठविल्यास, त्यांस पाठवूं नका, असें राजास ह्मणतां येत नाहीं.

\+ लोकांच्या मतांत जसा फेरफार होईल तसा पार्लमेंतच्या लोकांच्या मतांत फेरफार व्हावा, इत्यादि पुष्कळ हेतु मनांत धरून हा नियम ठरविलेला आहे.

इंग्लंदांत किताब पुष्कळ आहेत, **नैत, लार्द, अर्ल, ड्यूक** वगैरे हे सर्व किताब आहेत, हे राजा देतो. तसेंच मोठाल्या चाकऱ्या, व हुद्दे देण्याचा अधिकार राजाकडे आहे. मोठाल्या पाद्रींच्या जागा, मोठाल्या लष्करी जागा, परदेशांतल्या वसाहतींतल्या व गवरनरांच्या वगैरे जागा, ह्या सर्व राजाच्या हातीं आहेत. राजा हा सर्व देशांतला मुख्य अधिकारी होय. ह्यास्तव त्याच्या थोर अधिकाराप्रमाणें त्याजकडे मोठेमोठे मानदायक पुष्कळ हुद्दे ठेविले आहेत; व त्या सर्वांचा त्यानें प्रजेचें कल्याण होईल अशा रीतीनें विनियोग करावा, असा ते त्याजकडे ठेवण्याचा उद्देश आहे.

नवे कायदे करण्याचा, व जुने मोडण्याचा, व त्यांत फेरफार करण्याचा वगैरे अधिकार राजा, सरदार लोक किंवा बडे लोक, व साधारण लोकांचे मुक्त्यार, ह्या तिघांस मिळून आहे. बडे लोकांच्या सभेंत दोन आर्च बिशप *चोवीस बिशप, व कितीएक सरदार लोक असे असतात. ह्या सरदारांस ह्या सभेंत बसण्याचे अधिकार निरनिराळ्या प्रकारचे असतात. कांहींकांस वंशपरंपरेनें त्या सभेंत बसण्याचा अधिकार आहे; कांहींकांस राजापासून तो अधिकार प्राप्त झाला आहे; व कांहींकांस दुसऱ्या बडे लोकांनीं नेमून +पाठविल्यामुळें तो अधिकार येतो. साधारण लोकांच्या मुक्त्यारांच्या सभेंत सहाशे अठ्ठावन असामीं असतात. पार्लमेंतांत मुक्त्यार पाठवण्याचा अधिकार सर्व लोकांस नाहीं; कांहीं परगण्यास व कांहीं गावांस मात्र तो अधिकार आहे. व त्या परगण्यांतल्या व त्या गावांतल्या, सर्वच लोकांस नाहीं, तर कांहीं लोकांस मात्र आहे. असो. ह्या सहाशें अठ्ठावनांत पांचशें लोक **इंग्लंदच्या** वतीनें असतात; एकशें पांच **ऐर्लंडाच्या** वतीनें असतात; व त्रेपन्न **स्काट-**

---

* बिशप व आर्च बिशप हे दोन धर्मोपदेशकांचे हुद्दे आहेत. आर्च बिशप वरिष्ट; त्यांच्या खालीं बिशप व त्यांच्या खालीं इतर सर्व धर्मोपदेशक असतात, व ह्या सर्वांवर राजा असतो.

\+ बडे लोकांनीं आपल्यापैकीं कांहीं लोक निवडून पाठविण्याची चाल, स्काटलंडांत आहे. ते पाळीपाळीनें पार्लमेंतांत जातात.

लंडाच्या वतीनें असतात. हे लोक जरी विशेष विशेष ठिकाणच्या राहणाऱ्यांनीं आपआपल्या तर्फेनें पाठविले असतात, तरी पार्लमेंत सभेचे सभासद ह्या नात्यानें ह्मटलें म्हणजे सर्व देशाचें हित होईल, अशा रीतीनें त्यांनीं वागावें, एकाच विशेष स्थळाच्या हिताकडे लक्ष्य देऊंनये, असा कायदा आहे. ह्या दोन्ही सभेंचीं मुख्य कामें ह्मटलीं ह्मणजे राज्यकारभारांत गैर गोष्टी होऊं देऊं नयेत व मुळच्या गैर गोष्टी असतील तर त्या काढून टाकाव्या; कोणाची घरगुती कामांत किंवा सरकारी कामांत गाऱ्हाणीं असलीं, तर त्यांची चौकशी करून तीं दूर करावीं; सरकारी कामाकरितां जमविलेल्या पैशाचा खर्च बरोबर होतो, कीं नाहीं हें पहावें; अफरातफर होऊं देऊं नये; त्या सभांस सर्व खात्यांची चौकशी करण्याचा, व कोणत्याही खात्यांत कोणी वाईट काम केल्यास त्यावर टपका ठेवण्याचा अधिकार आहे, त्या अधिकाराच्या बलानें सर्व खातीं यथास्थित राखावीं; कोठें लबाडी व जुलुम वगैरे होऊं देऊं नये; राजास चांगले कायदे करण्यास सहाय्य करावें; सारांश राज्यव्यवस्थेंतल्या कायद्यांनीं त्यांच्या हातीं जे जे उपाय ठेविले आहेत, त्या उपायांनीं, त्यांनीं देशांतल्या सर्व प्रजेचें कल्याण होईल, व त्यांवर जुलूम होणार नाहीं, अशी तजवीज सर्वकाळ करीत जावी. राज्यव्यवस्थेंत ह्या पार्लमेंत सभेचें जसें महत्व ठेविलें आहे, त्याप्रमाणानेंच त्या सभेच्या हातीं मोठमोठाले अधिकारही ठेविले आहेत. कर बसवून पैसा जमाविण्याचा अधिकार साधारण लोकांच्या मुक्त्यारांच्या सभेकडे आहे; व जमविलेला पैसा त्यांच्याच ताब्यांत असतो. राजास कर कोणता द्यावयाचा, कधीं द्यावयाचा, किती द्यावयाचा, हें सर्व ठरवण्याचा अधिकार त्यांकडेस आहे. कारण इंग्लंदच्या राज्यव्यवस्थेंतला असा एक सिद्धांत आहे, कीं कर देण्याचा व मुक्त्यार पाठवण्याचा हे दोन्ही अधिकार एकाकडे असावे * म्हणजे प्रजाच मुक्त्यारांच्या द्वारें आपणावर कर बसविते. पैसा देण्या-

---

* हा सिद्धांत सर्वथैव खरा नाहीं, कांहीं अंशीं खरा आहे. जितके लोक कर देतात, त्या सर्वांस मुक्त्यार पाठवण्याविषयीं अधिकार नाहीं; कांहींकांस मात्र आहे.

चा बंद करण्याचें पार्लमेंत सभेच्या स्वाधीन आहे, ह्यास्तव तिचा राजावर व प्रधानांवर मोठा दाब आहे व त्या सभेस आपली योग्यता व स्वतंत्रता राखण्यासारखे व आपली कामें निष्पक्षपातपणें राजास वगैरे न भितां करितां यावयासारखे, अधिकार राज्यव्यवस्थेंत तिच्या हातीं ठेविले आहेत. दोन्ही सभांपैकीं प्रत्येक सभासदास अमुक अमुक नवे कायदे करावे, असें सुचवण्याचा अधिकार आहे; तथापि एखादा कायदा ठरून तो सर्व रयतेस लागू होण्यास दोन्ही सभांचें व राजाचें अनुमत पडलें पाहिजे; त्यावांचून तो चालत नाहीं. तसेंच राजा व दोन सभा ह्यांपैकीं कोणी एकानें नाहीं ह्मटल्यास नवा कायदा ठरत नाहीं; तसेंच जुना कायदा मोडणें असल्यास तिघांच्या अनुमतावांचून तो मोडत नाहीं.

ब्लाकस्तन म्हणून एक महाविद्वान् ग्रंथकार आहे, तो असें ह्मणतो, कीं इंग्लंदच्या राज्यव्यवस्थेंतला अत्यंत उत्तम अंश हा आहे, कीं मुख्य सत्ताधारी जे तीन भाग आहेत त्यांचा परस्परांचा परस्परांवर दाब आहे. कायदे करणाऱ्या पार्लमेंतास राजाच्या अनुमतावांचून त्याचा अधिकार कमी करितां येत नाहीं; कारण राजाच्या संमतीवांचून नवा कायदा होत नाहीं. तसेंच साधारण लोकांचा दाब बडे लोकांवर आहे, व बडे लोकांचा दाब साधारण लोकांवर आहे. कारण एकमेकांनीं सुचविलेले कायदे नाकारण्याचा अखत्यार एकमेकांस आहे. राजाचा दाब दोघांवर ही आहे, तेणेंकरून राजाची सत्ता त्यांस कमी करितां येत नाहीं. तसेंच त्या दोघांचा दाब राजावर आहे, तेणेंकरून त्यास आपली सत्ता अयोग्य रीतीनें वाढवून लोकांवर जुलूम करितां येत नाहीं. कारण त्या दोन्ही सभांस राजाच्या दुष्ट मंत्र्याच्या कृत्यांची चौकशी करण्याचा व त्यांस शिक्षा करण्याचा, अधिकार आहे; व राजा स्वतः कोणताही कारभार करीत नाहीं, त्याचे मंत्री करितात, हें वर सांगितलेंच आहे. अशा व्यवस्थेनें राजाचा थोरपणा राहून लोकांचेही कल्याण झालें आहे.

ज्या कायद्यांनीं राजाची गादी व त्याचे अधिकार, ह्यांचें रक्षण होतें. त्याच कायद्यांनीं, अत्यंत गरीब जी प्रजा तिच्या अधिकारांचे रक्षण होतें. ह्या अधिकारांस **ब्रिटिश** लोकांचे आजन्मसिद्ध अधिकार असें

ह्मणतात; ह्मणजे मनुष्य **ब्रिटन** देशांत जन्मल्यानेंच हे अधिकार त्यास प्राप्त होतात. ते अधिकार म्हटले म्हणजे प्रत्येक मनुष्यास वांचण्याचा अधिकार व जें वाटेल, तें * करण्याचा अधिकार, व आपल्या मालमत्तेचें जें पाहिजे तें करण्याचा अधिकार, असे तीन मुख्य अधिकार आहेत. ह्यास्तव त्याचा जीव उगीच्याउगीच घेण्याचा व त्यास उगीच्याउगीच बंदींत घालण्याचा व त्याचें द्रव्य त्याच्या इच्छेवांचून घेण्याचा अखत्यार राजास सुद्धां नाहीं. व कोणी तसें करूं लागल्यास त्यास प्रतिबंध करणें राजास आवश्यक आहे. **इंग्लंदांत** तेराव्या शतकांत **जान** नामें राजा झाला होता, त्यापासून त्याच्या प्रजेनें तरवारीच्या बलानें एक सनद करून घेतली आहे, त्या सनदेस **थोरली सनद** असें म्हणतात. तींत ह्या प्रजाधिकारांचा प्रथम उल्लेख केला आहे. त्यापुढें त्या राजाचा मुलगा **तिसरा हेन्री** राजा गादीवर असतां, पार्लमेंतांत त्यानें हेच अधिकार पुनः मान्य करून दृढ केले. त्यानंतर पुढल्या राजांनीं कितीएक वेळ नवे दाखले देऊन त्यास मान्य केलें आहे. त्यावर पुष्कळ काळ लोटल्यावर "**पितिशन अफ्रैत व हेबियस कार्पस**" व **बिल् आफ्रैत**" ह्या नांवाच्या कायद्यांत राजांनीं ते अधिकार कबूल केलें आहेत. आणि शेवटीं हल्लीं ज्या घराण्यांत राज्य करण्याचा अधिकार आहे, त्या घराण्यांत तो अधिकार ज्या कायद्यानें आला आहे, त्या कायद्यांतही ह्या अधिकारांचे आणखी उद्भावन केलें आहे. ह्या अधिकारांचे प्रथम उद्भावन करणारी जी थोरली सनद तींत असा लेख आहे, कीं "कोणत्याही मनुष्यास उगीच पकडूं नये, व बंदींत घालूं नये. तसें करणें झाल्यास त्याच्या बरोबरीच्या लोकांनीं देशचालीप्रमाणें योग्य न्याय केल्यावर त्यांनीं सांगितल्यास तसें करावें." "**पितिशन अफ्रैत**" ह्या कागदांत असें लिहिलें आहे, कीं कोणत्याही मनुष्यास बंदींत घालणें झाल्यास, किंवा कोणत्या प्रकारची कैद करणें झाल्यास, तसें करण्याचें कारण त्यास समजाविलें

---

* इंग्लंदात प्रत्येक मनुष्यास पाहिजे तें करण्याची मुक्त्यारी आहे खरी, तरी दुसऱ्यास उगीच इजा देणारें काम करण्याची परवानगी कोणासही नाहीं. कारण तसें नसल्यास कोणासही वास्तविक स्वतंत्रता राहणार नाहीं.

पाहिजे; व त्यावर कायद्यावरहुकूम त्याचें उत्तर असल्यास तें ऐकिलेंपाहिजे; त्यावांचून कोणास बंदींत वगैरे घालूं नये. ”

मिश्र पदार्थांचें पुनः वर्णन

अल्कली, मृत्तिका, आणि आसिदें.

रसायन मिश्रण दोहों पदार्थांपासून बहुत पदार्थांचें होतें, त्याचा चढत्या क्रमानें विचार करूं लागलें असतां दोन शुद्ध पदार्थांपासून झालेल्या मिश्र पदार्थांचा विचार पहिल्यानें प्रसक्त होतो. सल्फ्युरेत, ह्मणजे गंधक व दुसरा कांहीं एक पदार्थ ह्यांच्या संयोगानें झालेले मिश्र पदार्थ; फास्परेत, ह्मणजे फास्फरस आणि दुसरा कांहीं पदार्थ ह्यांच्या संयोगापासून झालेले मिश्र पदार्थ; कार्बूरेत, ह्मणजे कार्बान व दुसरा एकादा पदार्थ ह्यांपासून झालेले मिश्र पदार्थ; इत्यादि पदार्थ द्वितत्वजन्य, म्हणजे दोन दोन शुद्ध पदार्थांपासून झालेले मिश्र पदार्थ; होंत. आक्सिजन वायूच्या आंगीं दुसऱ्या पुष्कळ शुद्ध पदार्थांशीं प्रत्येकीं रसायन रीतीनें संयोग पावण्याचा गुण आहे; ह्यास्तव त्या वायूपासून होणारे मिश्र पदार्थ पुष्कळ व चमत्कारिक आहेत. ते पदार्थ द्वितत्वजन्य पदार्थांचे वर्गांत मुख्य होत. अल्कली, मृत्तिका आणि आसिदें ह्यांचा संग्रह ह्याच वर्गांत होतो. ह्यांचें संक्षिप्त निरूपण आम्ही क्रमानें करितों.

पहिले अल्कली होत. अल्कली एकंदर तीन आहेत. ते येणेंप्रमाणें पोताश, रुचक व अमोनिया. ह्यांपैकीं पहिले दोन अल्कलीस स्थिर अल्कली असें म्हणतात. कारण ते साधारणपणें घन असतात. व त्यांचीं वाफ होऊन उडून जावयास त्यांस फार तापवावे लागतात. ते धातु व आक्सिजन ह्यांच्या संयोगापासून उत्पन्न झाले आहेत. तिसरा आमोनिया ह्यास चंचल आल्कली असें ह्मणतात. कारण तो वायुरूप असतो. नैत्रोजन व हैद्रोजन, ह्या दोन वायूंच्या संयोगापासून तो होतो. अल्कलीचे साधारण धर्म म्हटले म्हणजे ते तोंडांत घातले असतां, तिखट लागतात, व तोंड भाजतें; त्यांस उग्र वास येतो. कातडयास किंवा मासास ते लागले असतां तें जळतें. नीळ वगैरे वनस्पतिजन्य

निळ्या पदार्थांत ते घातले असतां, त्यांचा निळा रंग जाऊन त्यांस हिरवा रंग येतो, व आसिदांशीं संयोग पावण्याचा गुण त्यांत फार असतो, इत्यादि त्यांचे साधारण गुण आहेत. पोताश ह्या शब्दाचा इंग्रजी भाषेंत “ भांड्यांतली राख ” असा अर्थ आहे. हा आल्कली शुद्ध असला म्हणजे ह्याची पांढरी स्वच्छ भुगटी असते, पण ती भुकटीची भुकटी राखायाचें कठीण आहे, कारण वातावरणांतल्या द्रवांशाशीं संयोग पावण्याचा ह्याच्या आंगीं फार गुण आहे; तेणेंकरून वायूचा स्पर्श अंमळ झाला, कीं त्याचें पाणी होऊं लागतें. हा पदार्थ शुद्धावस्थेंत सृष्टींत सांपडत नाहीं; तर अनेक इतर पदार्थांशीं संयोग पावलेला असा सांपडतो, व अनेकरूपांनीं सांपडतो. बहुतकरून म्हटलें म्हणजे झाडें जळून खालीं जी राख राहते, तीपासून हा पदार्थ काढितात. पूर्वीं झाडें भांड्यांत जाळून त्यांत राहिलेल्या राखेंतून हा अल्कली काढीत, म्हणून ह्यास पोताश असें नांव पडलें. पोताश हा अल्कली तेलाशीं व चर्बीशीं मोठ्या जलदीनें संयोग पावतो, व त्या दोहोंच्या संयोगापासून जो पदार्थ होतो त्यास साबण म्हणतात. हा पदार्थ सर्वांस ठाऊक आहे. तसें ह्या अल्कलीपासून कांच उत्पन्न होते. कांच उत्पन्न करण्याचा प्रकार असा, कीं गारा व वाळू ह्यांचें पीठ करून त्यांत पोताश घालून त्यास खूप आंच देताच; म्हणजे त्याचें पाणी होऊन कांच होते. एकच पदार्थ पोताश त्याचा, पारदर्शक जे तेल, त्याशीं संयोग झाला असतां, त्यापासून अपारदर्शक असें साबण उत्पन्न होतें; व त्याच पोताशाचा अपारदर्शक गारेशीं संयोग झाल्यानें त्यापासून पारदर्शक कांच उत्पन्न होतें; ह्याप्रमाणें रसायन व्यापाराचा प्रभाव अद्भुत आहे. नैत्रिक आसिद व पोताश ह्यांचा संयोग होऊन सोरा उत्पन्न होतो. रुचक व पोताश हें दोन्ही अल्कली इतकें एकसारखें आहेत, कीं त्या प्रत्येकाचा कांहीं आसिदांशीं संयोग होऊन कांहीं क्षार उत्पन्न होतात, ते निराळे असतात, त्यावरून मात्र त्याचा भेद समजतो, नाहीं तर बाकीचे सर्व गुण दोहोंचे अगदीं सारखे आहेत. समुद्रांत हा अल्कली (रुचक) पुष्कळ आहे. तेथें ह्याचा कांहीं एक चमत्कारिक आसिदाशीं संयोग

होऊन क्षार उत्पन्न झाला आहे. त्या क्षाराच्या (मिठाच्या) योगानें समुद्राचें पाणी इतकें खारट लागतें. परंतु हा अल्कली तयार करण्याची साधारण रीति झटली म्हणजे समुद्रांतील झाडें जाळून त्यांच्या राखेंतून तो काढितात. पोताशाप्रमाणें रुचकानेंही साबण व कांच हीं तयार कारितां येतात. पापडखार व सज्जीखार हे रुचक व कार्बान ह्यांच्या संयोगानें झाले आहेत. एक झाड आहे- त्यास आरबलोक कली म्हणतात, त्याच्या राखेपासून रुचक पूर्वी उत्पन्न करीत, त्यामुळें सर्वच अल्कलींस त्या झाडावरून अल्कली असें नांव पडलें. कली हें खरें नांव आहे व अल् हें आरबी भाषेंतलें उपपद आहे, आणि दोहोंच्या संयोगानें अल्कली हें नांव निष्पन्न झालें आहे. असो. अमोनिया हा अल्कली नवसागरांतून काढितात. नवसागर हा मिश्रपदार्थ अमोनिया आणि क्लोरैन ह्यांच्या संयोगानें झाला आहे. **अमोनिया** नामे एक प्रांत होता, तेथून नवसागर **युरोपांत** जात असे त्या प्रांताच्या नांवावरून ह्या अल्कलीस अमोनिया असें नांव पडलें.

मृत्तिका. रसायनशास्त्रांत मृत्तिका नऊ प्रकारच्या आहेत. त्यांचीं नावें येणेंप्रमाणें आहेत. सिलीकेट्स, अल्युमैन, (तुरटी) बारैतीस, चुना-माग्नीशिया, स्तोन्तैतीस, इत्रिया, लुसिना आणि जिर्कोनिया. बहुत वर्षें ह्या मृत्तिकांस शुद्ध पदार्थ असें मानीत असत; परंतु कांहीं वर्षांपूर्वी एका विद्वान पुरुषानें असें सिद्ध केलें, कीं ह्या मृत्तिका शुद्ध पदार्थ नव्हत, तर हे इतके निरनिराळे धातु असून त्या धातुंशीं आक्सिजन वायूचा संयोग होऊन ह्या मृत्तिका उत्पन्न झाल्या आहेत. अर्वाचीनकालीं रसायनशास्त्रसंबंधी ज्या मोठमोठाल्या गोष्टी समजल्या आहेत, त्यांत ही गोष्ट गणतात. असो ह्या स्थलीं मृत्तिका शद्बानें नुसती व्यवहारप्रसिद्ध मातीच समजावयाची नाहीं; तर दगड, चाक, स्लेटी, गारा, चुनखडी, हिरे, माणकें, पाच वगैरे सर्व रत्नें, हे झाडून सर्व खनिज पदार्थ मृतिकांच्या वर्गात समजावयाचे. आतां रत्नांस मृत्तिका म्हणणें लौकिकांत फारच चमत्कारिक दिसतें; पण शास्त्रदृष्टीनें पाहतां कांहीं एक चमत्कार नाहीं. शास्त्रांत लांकडाचा

कोळसा व हिरा हे दोन्ही पदार्थ एकाच जातीचे मानितात. त्यापेक्षां बऱ्याच गोष्टींत अधिक चमत्कार नाहीं. सर्व मृत्तिका अदाह्य आहेत, म्हणजे त्या जळत नाहींत; तथापि किरणरुपानें उष्णता बाहेर टाकण्याचा गुण त्यांच्या आंगीं पुष्कळ आहे, व त्या सर्वांच्या आंगीं अल्कलींचे थोडे बहुत गुण आहेत.

आसिदें—ज्या पदार्थास आंबट रुचि असते, ज्याच्या संयोगानें वनस्पतिजन्य पदार्थांचा निळा रंग जाऊन तांबडा रंग येतो, ज्याचा आल्कलीशीं संयोग झाला असतां दोघांचे गुण नाहींतसे होतात, तो पदार्थ आसिद होय, असें आसिदाचें लक्षण करितात; पण तें लक्षण सर्व आसिदांवर येत नाहीं. कारण कांहीं आसिदें अशीं आहेत, कीं तीं पातळ होत नाहींत, आणि पातळ न झाल्यामुळें त्यांच्या आंगीं पहिले दोन गुण असत नाहींत. ह्यास्तव असें लक्षण केलें तर चांगलें, कीं ज्या मिश्र पदार्थाचा आल्कलीशीं कांहीं नियमित प्रमाणांनीं संयोग होऊन क्षार उत्पन्न होतात, व जो पातळ असतां आंबट, किंवा वनस्पतिजन्य निळ्या पदार्थास तांबडे करितो, त्यास आसिद म्हणावें. ह्या खेरीज आसिदांचे साधारण गुण असे आहेत, कीं त्यांत कोणत्याही प्रमाणानें पाणी घातलें असतां, त्याशीं तीं मिळतात. पाण्यांचा व त्यांचा रसायनरीत्या मिलाफ झाला असतां, त्यांचें माप कमी होतें, ह्मणजे एक पंचपात्रीभर पाण्यांत एक पंचपात्रीभर आसिद घातलें असतां, एकंदर मिश्रण दोन पंचपात्र्यांपेक्षां कमी होतें; व पाण्याच्या संयोगानें त्यांच्या आंगांतली उष्णता बाहेर पडते. तसेंच त्यांस नेमस्त उष्णता लाविली असतां, ते उडून जातात, किंवा त्यांचें पृथक्करण होतें. तसें वनस्पति जन्य निळ्या, हिरव्या, किंवा तांबूस रंगाच्या पदार्थांस त्यांचा संबंध झाला असतां, त्यांस लखलखीत तांबडाभडक रंग येतो. वनस्पति-वगैरे सेंद्रिय पदार्थांपासून जीं आसिदें निघतात, त्यांविषयीं येथें कांहीं सांगत नाहीं. निरिंद्रिय पदार्थांपासून निघणाऱ्यांचें मात्र कांहीं वर्णन करितों. निरिंद्रिय पदार्थांपासून उत्पन्न होणाऱ्यांत तीन आसिदें मुख्य आहेत तीं आक्सिजन, नैत्रोजन, कार्बान, व गंधक ज्यास इंग्रजींत

सल्फर असें म्हणतात, ह्या प्रत्येकाशीं संबंध होऊन उत्पन्न होतात. पहिलें नैत्रिक आसिद. हें नैत्रोजन व आक्सिजन ह्यांपासून होतें. हें शुद्ध असलें ह्मणजे पाण्यापेक्षां पुष्कळ घन असतें; ह्यास रंग नसतो; हें विष आहे; हें धातूंस वगैरे खातें; व ह्याचा शिल्पाच्या कामांत पुष्कळ उपयोग पडतो. हें तांब्याच्या पत्र्यावर चित्रें वगैरे खोदण्याच्या उपयोगीं पडतें. रंगाऱ्याच्या कामांत, धातु तयार करण्याच्या कामांत, व धातूंची पारख करण्यांत, ह्या पदार्थाची गरज लागते. कितीएक औषधें तयार करण्यासही हा पदार्थ लागतो. तसेंच ह्याचें आंगीं धातु वितळण्याचा गुण आहे, तेणेंकरून रसायन कृतींतही हा पुष्कळ उपयोगीं पडतो. ह्या आसिदानें धातु पातळ होतात. ती रीत अशी, कीं ह्याच्या आंगचा कांहीं आक्सिजन निवून धातूशीं मिळतो, आणि त्याचा आक्सैद (जंग) होतो, आणि तो आक्सैद ह्या आसिदांत विरतो. ह्याप्रमाणें होत होत सर्व धातूचा जंग होऊन त्याचें पाणी होतें. दुसरें कार्बानिक आसिद. हा पदार्थ स्वभावतः वायुरूप आहे. तथापि पाण्यांत मिळण्याचा ह्याच्या आंगीं गुण आहे, तेणेंकरून तो पाण्यांत पुष्कळ मिळविला असतां, त्या पाण्याचे ठायीं कांहीं आसिदपणा येतो, म्हणजे आंबटपणा वगैरे थोडथोडे गुण उत्पन्न होतात. हा पदार्थ (कार्बानिक आसिद) सृष्टींत पुष्कळ आहे. चुनखडी चाक, संगमरवरी दगड इत्यादिकांत वजनानें शेकडा चवेताळीस भाग कार्बानिक आसिद असतें. प्राण्यांच्या श्वासोच्छ्वासापासून हें आसिद निघतें. तसेंच झाडें व प्राण्यांचीं शरिरें कुजूं लागलीं असतां त्यांतून हा पदार्थ उत्पन्न होतो. हा पदार्थ वातावरणांत सर्वदां असतो; व ही गोष्ट सिद्ध करण्याची युक्ति अशी आहे, कीं परातीसारखें उथळ भांडें घेऊन त्यांत चुन्याचें पाणी घालून उघाडीवर ठेवावें, ह्मणजे वातावरणांतलें कार्बानिक आसिद व चुना ह्यांच्या योगानें एक पदार्थ उत्पन्न होऊन त्याची पातळ साय त्या पाण्यावर येते. ह्या पदार्थास इंग्रजींत " कार्बुरेत आफ लैम " म्हणजे चुन्याचा कार्बुरेत असें ह्मणतात. हें आसिद दहन व प्राणिजीवन ह्यांचा नाश करितें; हें साधारण वायूपेक्षां जड आहे, ह्यामुळें खोल खोल विहिरी, खाणी,

इत्यादि कोंडलेल्या ठिकाणीं हें उत्पन्न झाल्यास तें तळीं जाऊन बसतें. म्हणून अशा ठिकाणीं मनुष्य किंवा दुसरा कोणता प्राणी एकाएकीं गेला असतां, तो तत्काळ मरतो. पाऱ्यांत व दुसऱ्या पातळ पदार्थांत दाबानें हें आसिद मिळवितां येतें. पण तो दाब दूर केल्या बरोबर तें बाहेर निघूं लागते. इंग्रज लोक " सोडावाटर " ह्मणून एक पदार्थ पीत असतात. तो शुद्ध केलेल्या पापडखाराचें पाणी असतें व त्यांत कार्बोनिक आसिद पुष्कळ मिळविलें असतें. तें पाणी शिशींत भरून गुडदी खूप घट्ट बसविली असते; ती गुडदी काढिल्या बरोबर आंतल्या पाण्यास भराभर फेंस येतो. व ह्याप्रमाणें कितीएक प्रकारच्या दारवांच्या बाटल्या उघडिल्या असतां आंतून झराझर फेंस येतो. त्याचें कारण हेंच, कीं त्या पातळ पदार्थांतलें कार्बोनिक आसिद जोरानें बाहेर निघूं लागतें. कितीएक दारवांस रुचकर तिखटपणा असतो, तो त्यांत हें आसिद असल्यामुळें असतो, आणि उघड्यांत त्या ठेविल्या असतां उडून जाऊन त्या दारवा पचपचीत व बेचव होतात, असें ह्मणतात. तिसरें सल्फ्यूरिक आसिद. त्यासच आगपाणी किंवा गंधकाचें तेल असें कधीं कधीं ह्मणतात. हें आसिद शुद्धावस्थेंत सृष्टींत प्रायः सांपडत नाहीं. ज्वलत्पर्वतांच्या जवळपास मात्र कधीं कधीं सांपडतें. हें सृष्टींत बहुतकरून चुनखडी व बारिता म्हणून एक मृत्तिका आहे ह्यांच्याशीं मिलाफ पावलेलें असें सांपडतें. ह्या आसिदापेक्षां जलाल दुसरें अद्यापि सांपडलें नाहीं. ह्यास पाण्याचा संबंध नसला ह्मणजे हें धातूंस वगैरे जलद खातें. वनस्पतिजन्य व प्राणिजन्य पदार्थांस ह्याचा संयोग झाला असतां, त्यांचें पृथक्करण होऊन कारबान खालीं बसतो व पाणी एकीकडे होतें. पाण्याचा व ह्या आसिदाचा रसायनरीत्या संयोग झाला असतां, पराकाष्ठेची थंडी उत्पन्न होते. पाणी व आसिद ह्यांच्यामध्यें रसायनाकर्षण फार आहे, ह्यास्तव बर्फाचा व ह्याचा संयोग झाला असतां, बर्फ एकाएकी वितळून जातें; पण कांहीं नियामित प्रमाणें आहेत, त्या प्रमाणांनीं तें त्याबरोबर मिळविलें असतां, पराकाष्ठेची थंडी उत्पन्न होते. हें आसिद फार जलदीनें पाण्याच्या वाफेस खातें; ह्यास्तव पाण्याची वाफ होऊन बाकीचें पाणी

थिजावयाचें असल्यास त्या कृतींत सल्फ्युरिक आसिद उपयोगी पडतें. सेंद्रिय पदार्थांचें ह्या आसिदानें पृथक्करण होतें, त्याचें तरी मुख्य कारण हेंच दिसतें, कीं हें आसिद त्यांतला सर्व जलांश आकर्षून वेगळा करितें.

विद्येचा व ज्ञानाचा अद्भुत प्रभाव.

हजार दीड हजार वर्षांपूर्वींची इंग्लंदांतल्या लोकांची अवस्था व त्याच देशांतल्या लोकांची हल्लींची अवस्था ह्यांच्यामध्यें जमीन अस्मानाचें अंतर दृष्टीस पडतें. तेथच्या पूर्वींच्या लोकांच्या बखरी लिहून ठेविल्या आहेत, त्यांवरून पाहतां, ते लोक अगदीं भिकारी व अडाणी होते. त्यांस सरासरी अन्न वस्त्र मिळावयाची देखील मारामारी असे; मग ऐषआरामीची तर वार्ताच नको. त्या तेवढ्या एका टापूंत सुमारें दहा पंधरा निरनिराळीं लहान लहान राज्यें असत. व प्रत्येक राज्यांतल्या लोकांचा इतर राज्यांतील लोकांशीं मित्रभाव प्रायः अगदीं नसे. त्या त्या राज्यांतल्या लोकांस आपआपल्या प्रदेशांतल्या मात्र गोष्टींचा काय तो विचार व काळजी असे, त्या प्रदेशा बाहेर कांहीं जरी झालें, तरी त्यापासून त्यांचें वरें नसें व वाईटही नसें. ते ज्या प्रांतांत राहत, तो प्रांत काय ती सगळी त्यांची पृथ्वी; पलीकडे कांहीं असलें व कांहीं झालें तरी, तें त्यांस बहुतकरून नसल्यासारखेंच होतें; पण आतांची गोष्ट तशी नाहीं. इंग्लंदांतला सामान्य जरी मनुष्य घेतला, तरी त्याचा सुद्धां बहुतेक सर्व देशांशीं कांहींना कांहीं संबंध असतोच. पृथ्वीच्या कोणत्याही भागाविषयीं तो उदासीन असत नाहीं. बहुतएक कोणत्याही देशांत कांहीं वरी वाईट गोष्ट झाली असतां, तिच्या योगानें त्याचें बरें वाईट होण्याचा संभव असतो. आतां खाऊन पिऊन सुखी असा त्या देशांतला साधारण मनुष्य आपल्या भोंवतालच्या वस्तूंचा विचार करून मोठ्या आनंदानें पुढें सांगित्याप्रमाणें जर ह्मणेल तर, त्याच्या म्हणण्यास कांहीं बाध यावयाचा नाहीं. त्यानें खुशाल असें म्हणावें, कीं "मला माझ्या घरांत वगैरे ज्या "आज सोई व सुखें आहेत, त्या सोई व तीं सुखें कांहीं काळापूर्वीं मो- "ठमोठ्या राजास सुद्धां प्राप्त होत नव्हतीं. ह्या पृथ्वीवर जीं जीं उप-

" योगाची व मौजेची वस्तु असेल, ती ती मजकरितां पैदा करून आण-
" ण्याकरितां, सर्व समुद्रभर जहाजें फिरताहेत. चीनदेशांत लोक मा-
" झ्याकरितां चाहाचीं झाडें लावून त्यांचीं पानें तोडून वाळविताहेत.
" **अमेरिका** खंडांत लोक मजकरितां कापूस तयार करिताहेत; **इता-**
" **ली** देशांत लोक मजकरितां रेशमी किडे पाळून रेशीम तयार करिता-
" हेत. **साक्सनी** प्रांतांतील लोक मजकरितां बकऱ्यांची लोंकर कापि-
" ताहेत. व माझ्या देशांत (**इग्लंदांत**) लोक मोठमोठालीं वाफेचीं
" यंत्रें वगैरे तयार करून त्यांच्या योगानें मला पांघरण्याकरितां अनेक
" प्रकारचीं वस्त्रें तयारकरिताहेत. मजकरतां चाकू, सुऱ्या, भांडीं वगैरे
" धातूंचें सामान, व हंड्या आरसे वगैरे बिलोरी सामान, तयार करण्या-
" च्या कामांत हजारों लोक खपताहेत. तसेंच ते धातू वगैरे जमिनींतून
" काढण्याकरितां कितीएक लोक खाणींत खपताहेत. तसेंच माझी मि-
" ळकत थोडी आहे, तरी माझीं पत्रें लोकांकडे नेण्याकरितां व लोकां-
" चीं मजकडे आणण्याकरितां रात्रंदिवस डांका चौहोंकडे धांवताहेत.
" हिवाळ्यांत मला शेकात्रयास दगडी कोळसे प्राप्त व्हावे, ह्मणून किती
" सडका, किती कालवे व किती जहाजें, बांधली आहेत. ह्या खेरीज मा-
" झ्या सुखोपभोगांत व्यत्यय येउं नये, व मला उपद्रव होउं नये,
" ह्मणून किती लष्कर व कितीं लढाऊ गलबतें रखवालीचें काम करि-
" ताहेत. तसेंज माझ्या उपयोगीं पडणाऱ्या लोकांत काब चाललें आहे,
" त्याची व पृथ्वीवर जी जी चमत्कारिक किंवा बरी वाईट गोष्ट घडेल
" तिची बातमी वरच्यावर मला लागण्याकरितां वर्तमानपत्रकर्ते दररोज
" मजकडे जाहीरखबर लिहून पाठविताहेत. तसेंच मजपाशीं पुस्तकें
" आहेत, तीं तर मजपाशीं ज्या ज्या जिनसा आहेत, त्या सर्वांत विल-
" क्षण व अद्भुत चिजा आहेत. त्यांच्यायोगानें मला, ज्या पाहिजे त्या
" देशीं व पाहिजे त्या काळांत जातां येतें. प्राचीनकाळीं अनेक देशांत
" जे जे थोर व परोकारी वगैरे पुरुष होऊन गेले, त्यासर्वांस मी आपल्या
" मौजेकरितां त्या पुस्तकांच्यायोगानें पुनः जिवंतकरून त्यांकडून त्यानीं

" पूर्वी केलेले पराक्रम पुनः करवितो, मोठमोठे वक्ते मजकरितां पुनःपुनः " सुरस भाषणें करूं लागतात; उपदेशक उपदेश करितात; इतिहासका- " र इतिहास सांगतात; कवी आपलीं काव्यें झगत दाखवितात; सारांश " त्या पुस्तकांच्या सामर्थ्यानें पृथ्वीवरचा पाहिजे तो देश व पाहिजे ते " लोक, मी आपल्या पुढें क्षणांत उभे करितो" हें जें वर सांगितलें, ह्यांत अतिशयोक्ति तिळमात्र नाहीं. सर्व खरें आहे. व वास्तविक पाहतां, हें वर्णन फार थोडें झालें; ह्यांत पुष्कळ सांगावयाच्या गोष्टी राहिल्या आहेत. ईश्वरानें कृपाकरून मनुष्यास ज्ञान दिलें आहे, त्याची अशी कांहीं अद्भुत शक्ति आहे, कीं तिच्यायोगानें ज्ञानसंपन्न देशांत कोटयावधि मनुष्यें असलीं तरी प्रत्येक मनुष्यास तो एकटा सर्व जगाचा मालक असून म्हणजे सार्वभौम राजा असून, जें वास्तविक सुख व्हावयाचा संभव आहे, तें सर्व सुख प्राप्त होतें.

सज्ञान देशांतल्या लोकांचा परस्पर संबंध व त्यांस परस्परांची अपेक्षा.

सज्ञान देशांत राहणाऱ्या प्रत्येक मनुष्याचा हजारों दुसऱ्या मनुष्यांशीं संबंध असतो, व त्यास त्यांची गरज असते. ही गोष्ट खरी आहे, कीं नाहीं हें मनांत स्पष्टपणें येण्यास एका साधारण कारिगिराचें उदाहरण घ्यावें; आणि त्याच्या निर्वाहास जे पदार्थ लागतात, ते तयार होऊन त्यास प्राप्त होण्यास किती लोकांचा श्रम लागतो, हें पहावयास लागावें, ह्मणजे त्या लोकांची गणनासुद्धां करावयाची कठीण पडते; किंबहुना ती गणना होत नाहीं, असें म्हटलें तरी चालेल. उदाहरणाकरितां, त्या कारागिराच्या आंगावरची बनातीचीं कुडती घेऊ. ह्या कुडतीची बनात भरड व हलकी असली तरी ती तयार होण्यास किती लोकांचा श्रम एकत्र व्हावा लागतो, हें आपण मनांत आणूं. मेंढरें राखणारा, त्यांवरची लोंकर कापणारा, ती पिंजणारा, ती कांतून तिचें सूत काढणारा, विणणारा, व दुसरे किती एक लोक आपआपलें कसब खर्चितात, तेव्हां ती हलकी बनात तयार होते. तसेंच वस्त्र तयार करण्यास जें द्रव्य लागतें, तें एका

कारागिरापासून दुसऱ्या कारागिराच्या हातीं जावयास, किती उदमी व किती भाडेकरी लागतात, हेंही मनांत आणिलें पाहिजे. ती बनात रंगवावयास जीं द्रव्यें लागतात, तीं, त्यांपैकीं एक जर ह्या देशांत, तर दुसरें त्यापासून पांचशें कोसांवर दुसऱ्या देशांत, अशीं फार दूर दूर असतात. तीं एकत्र जमावयास गलबतें पाहिजेत; ह्याकरितां गलबतें बांधणारे सुतार, अत्रजारें विणणारें साळी, दोर करणारे, ह्या किती कारागिरांचा श्रम एकत्र व्हावा लागतो. आतां ह्या निरनिराळ्या कारागिरांचीं हत्यारें तयार झालीं पाहिजेत. तीं तयार होण्यास किती लोकांचा श्रम अनकुळ पाहिजे; गलबतें करणाऱ्यांच्या हत्यारांचा विचार करीत नाहीं; तीं तर फारच आहेत. साळ्याचें हत्यार माग, तेंही कांहींसें कठीण आहे; त्याचा देखील विचार करीत नाहीं. मेंढक्याचें हत्यार कात्री, जिनें मेंढ्यावरली लोंकर, तो कापितो, ती, हें हत्यार अगदीं साधें आहे, पण हें देखील तयार व्हावयास किती जणांचा श्रम लागतो, तें मनांत आणून पहावें. खाण खणून तींतून लोखंडाची माती काढणारा पहिला; नंतर त्या मातींतून शुद्ध धातु गाळून काढण्याकरितां भट्टी बांधणारा दुसरा; भट्टींत जाळावयास कोळसे पाहिजेत, व त्याकरितां लांकडें तोडिलीं पाहिजेत, तेव्हां लांकडें तोडणारा तिसरा; तीं जाळून कोळसे करणारा चवथा; त्या भट्टीच्या विटा घालणारा पांचवा; शुद्ध धातु तयार करणारा सहावा; लोखंड घडणारा सातवा; इत्यादि सर्वांनीं आपआपलें कसब योजावें; तेव्हां ती कातरी सिद्ध होते. ह्याचप्रमाणें, त्या पहिल्या साधारण कारागिराच्या चोळण्यास जें कापसाचें कापड लागतें, त्याचा व त्याच्या पायांत जो जोडा असतो, त्याचा, त्याच्या हत्रुणाचा व त्याच्या घरांत जीं निरनिराळीं भांडीं असतात, त्यांचा, तो घरांत जी लांकडें जाळितो, त्यांचा; त्याच्या घरांत जें कांहीं लांकडी सामान असतें, त्याचा; त्यास खावयास उभ्या वर्षांत जे अनेक प्रकारचे पदार्थ लागतात, त्यांचा; त्याच्या बायकोच्या गळ्यांत गळसर व हातांतल्या बांगड्या व घरांतली आरशी इत्यादिकास लागणारा जो पदार्थ कांच, त्या कांचेचा. व हे सर्व पदार्थ उत्पन्न करावयास जीं हजारों हत्यारें लागलीं असतील, त्यांचा विचार

करून ते सर्व पदार्थ तयार करण्यास किती प्रकारचा व किती पुष्कळ श्रम लागतो, तिकडे लक्ष दिल्यास सज्ञान देशांतल्या अत्यंत साधारण कारागिरास निर्वाहास जे जिन्नस लागतात, ते जिन्नससुद्धां तयार होण्यास लक्षावधि लोकांनीं श्रम केला पाहिजे, व त्यांचें आनुकुल्य पाहिजे, हें सहज मनांत येतें. ह्यावरून मनुष्यांस परस्परांची अपेक्षा किती आहे हेंही स्पष्ट होतें.

प्राण्यांच्या अवयव रचनेचा विचार—सस्तन किंवा स्तन्योपजीवी प्राणी व सपक्ष प्राणी म्हणजे पांखरें.

सस्तन प्राण्यांचे दांत हे विशेष वर्णन करण्यासारखा विषय आहे. कारण प्राणिविषयक शास्त्रांत दांतांची संख्या, त्यांचा आकार, व त्यांची मांडणी, ह्यांवरून सस्तन प्राण्यांचे अवांतर वर्ग बांधिले आहेत. ह्या प्रधान वर्गांतल्या (स्तन्योपजीवि) प्राण्यांत बहुधा दांत भक्ष्य चावण्याच्याच उपयोगीं पडतात एवढें नाहीं; तर ते प्राणी त्यांस शस्त्रांसारखेही योजितात. दांत दोन हलत्या हाडांत बसविलेले असतात. दांतांत प्रकार तीन आहेत अग्रदंत ह्मणजे पुढले दांत. मध्य दंत म्हणजे मधले दांत व पृष्ठ दंत ह्मणजे मागले दांत. पुढल्या दांतांचें काम भक्ष्य कापण्याचें होय. ह्यास्तव त्यांचा आकार पांचरेसारखा असतो, व ते असे बसविले असतात, कीं चावतांना त्यांच्या धारा एकमेकीस लागतात. त्यांच्या दोन्ही बाजूंस मध्य दंत असतात. हे अधिक मोठे असतात, व ह्यांचा आकार शंकुसारखा असतो. ह्यांचें काम भक्ष्य फाडण्याचें होय. मागल्या दांतांचा आकार प्राणि भेदेंकरून निरनिराळा असतो. वनस्पतिजन्य पदार्थ, म्हणजे फळें मुळें, गवत, पाला वगैरे पदार्थ खाऊन वांचणोर जे प्राणी आहेत, त्यांचे मागले दांत वरच्या आंगून चापट असतात; व वाघ मांजरें, कुत्रीं, वगैरे मांसभक्षक जे प्राणी आहेत, त्यांच्या मागल्या दांतांवर अणकुचीदार सुळे असतात. ह्या दातांचें काम भक्ष्य चांवून त्यांचें पीठ करण्याचें होय.

सस्तन प्राण्यांच्या शरिरांच्या आंतली रचना फारच चमत्कारिक व

उत्कृष्ट आहे. हृदयरूप मुख्य खजिन्यांतून रक्त वाहिन्यांच्या योगानें सर्व शरिरांत वाहतें. त्या वाहिन्यांस धमन्या ह्मणतात, व दुसऱ्या वाहिन्यांनीं निरुपयोगी झालेलें रक्त ह्रदयांत परत येतें. ह्या दुसऱ्या वाहिन्यांस शिरा ह्मणतात. रक्त शरिरांत फिरत असतां, त्यापासून पित्त, कफ, लाळ, घाम वगैरे अनेक रस उत्पन्न होतात. ह्यांस मल अशी पारिभाषिक संज्ञा आहे. हें मल शरीर नीट चालण्यास अनेक प्रकारें उपयोगी पडतात. तोंडाच्या वाटें वातावरणांतला वायु फुपुसांत शिरून तेथें त्याचें पृथक्करण होऊन उष्णता व जीवनोपयोगी वायु (आक्सिजन) हीं निराळीं होतात, आणि जीवनोपयोगी वायु प्राण धारण करितो, व उष्णतेनें रक्त पातळ राहतें. आणि नासलेला वायु जो शेष राहतो, तो पुनः नाकातोंडावाटें परत येतो. वातावरणांतला वायु आंत घेणें व त्याचें पृथक्करण होऊन शेष वायु परत येणें ह्या सर्व क्रियांस श्वासोच्छ्वास हें नांव आहे. भक्षिलेल्या पदार्थांचें पचन ह्मणजे, शरिराचें पोषण होण्यास विशेष उपयोगी जे रस असतात ते भक्ष्याच्या इतर अंशापासून निराळें होणें हें होय. त्याचा प्रकार असा, कीं तोंडांत भक्ष्य घातल्यावर दांतांनीं तें चावलें जाऊन त्यांत लाळ मिळून त्याचा लगदा होतो. नंतर तें गलमार्गानें पक्वाशयांत उतरतें. त्यांत गेल्यावर तेथें त्यांत रस मिळून त्याचें आणखी पेषण झाल्यासारखें तें आणखी शिथिल होतें. नंतर त्यांतले पोषक रस निराळे होतात. ते सर्व एकत्र झाल्यावर त्यांस अन्नरस किंवा रस अशीं नांवें प्राप्त होतात. मग ते रस रसवाहिन्या शोषून घेतात, व त्याचें नवीन रक्त व मांस होतें.

सर्व सस्तन प्राण्यांच्या शरिरांस हाडांचा आधार आहे. त्या हाडांच्या रचनेला सांपळा किंवा सांगाडा म्हणतात. हाडांस स्नायु लाविलेल्या असतात. स्नायूंलाच कधीं कधीं मांस असें ह्मणतात. स्नायु म्हणजे अनेक मांसतंतु एकत्र होऊन झालेली असते, व त्यांवरून त्वचेचा लपेटा असतो; तेणेंकरून ते तंतु एकत्र राहतात व त्या स्नायूचें शेवट दोरीसारखें असतें त्यास संस्कृत भाषेंत धमन्या असें म्हणतात.

स्नायूंचें स्फुरण झालें म्हणजे शरीराच्या निरनिराळ्या भागीं गति उत्पन्न होते, व स्नायूंच्या स्फुरणानेंच प्राण्यास एका ठिकाणून दुसऱ्या ठिकाणीं जातां येतें; व त्यास अवश्यक असे अनेकविध व्यापार करितां येतात. इंद्रियांस जें ज्ञान होतें, तें शरिरांत कांहीं तंतु आहेत, त्यांच्या शेवटांस स्फुरण झाल्यानें होतें, असा तर्क करितात. ह्या तंतूस ज्ञान तंतु म्हणतात. ह्या ज्ञानतंतूंचा पाठीच्या कण्यांतील मज्जेशीं व तद्वारा मस्तकांतल्या मेंदूशीं संबंध असतो. ह्या मस्तकांतल्या मेंदूस मतिष्क असें म्हणतात. आतां ज्ञान तंतूंच्या योगानें ज्ञान होतें म्हणून सांगितलें; परंतु ह्याविषयाची विद्वानांस अझून चांगली माहिती झाली नाहीं. * (बाविसावी आकृति पहावी.)

प्राण्यांच्या वर्गामध्यें पक्षिवर्गाच्या रचनेंत परमेश्वराचें अगाध चातुर्य अत्यंत स्पष्टपणें दृष्टीस पडतें. पाखरांच्या शरिराची रचना व त्यांचा स्वभाव, हीं त्यांस जे अनेक व्यापार करावे लागतात, ते व्यापार होण्यास

---

* सस्तन प्राण्यांचे अवांतर सात विभाग केले आहेत. पहिल्या वर्गांतल्या प्राण्यांस दर कवळींत चार चार अग्रदंत असतात, व त्यांच्या दर बाजूस एकेक मध्य दंत असतो; म्हणजे दर कवळींत दोन दोन मध्य दंत असतात. दुसऱ्या वर्गांतल्या प्राण्यांस पुढले दांत मुळींच नसतात. तिसऱ्या वर्गांतल्या प्राण्यांस दर कवळींत सहा सहा पुढले दांत असतात, व त्यांच्या दर बाजूस एकेक मध्य दंत असतो. चवथ्या वर्गांतल्या प्राण्यांस दर कवळींत दोन दोन लांब पुढले दांत असतात व मध्य दंत मुळींच असत नाहींत; पांचव्या वर्गांतल्या प्राण्यांस वरच्या कवळींत पुढले दांत मुळींच नसतात, व त्या प्राण्यांचे खूर चिरलेले असतात. सहाव्या वर्गांतल्या प्राण्यांस दोन्ही कवळ्यांत बोथलेले पुढले दांत असतात, व त्यांचे खूर चिरलेले नसतात. व सातव्या वर्गांतल्या प्राण्यास पायांबद्दल पाण्यांत पोहण्याचें पंख असतात, व डोक्याच्या कवटीच्या पुढल्या बाजूस व वरच्या बाजूस श्वासोछ्वास करण्याचीं छिद्रें असतात, व आडवीं सरळ व चापट शेपटें असतात. वानरें, वडवागळें, इत्यादि पहिल्या वर्गांत. गेंडे, हत्ती, हे दुसऱ्या वर्गांत जातात. कुत्रीं, मांजरें अस्वलें वगैरे तिसऱ्या वर्गांत मोडतात. पाणमांजरें, खड्या, ससे, हे चवथ्या वर्गांतले होत. शेळ्या, बकरीं, गाई, बैल, उंट, ह्यांचा पांचव्या वर्गांत अंतर्भाव होतो. घोडीं, डुकरें, हीं साहाव्या वर्गांत जातात. देवमासे वगैरे जलचर कांहीं प्राणी आहेत, ते सातव्या वर्गांत जातात.

अनुकूळ अशीं केलीं आहेत. ह्या प्राण्यांचीं शरिरें पिसांनीं आच्छादित असतात. ह्या आच्छादनाचे ठायीं दिसण्यांत विरुद्ध असे दोन गुण मोठ्या चमत्कारिक रीतीनें एकत्र आणिले आहेत. ते गुण. हलकेपणा व गरमपणा, हे होत. त्यांचीं पिसें रचितांना एकाचें टोंक दुसऱ्यावर आणिलें आहे. तसेंच शेपटीकडलीं पिसें खालीं आहेत व डोक्याकडलीं त्यांवर पडत गेलीं आहेत; तेणेंकरून पांखरूं वायूंत जात असता वायूचा प्रतिबंध पिसांस अगदीं होत नाहीं. वायूंत उडतांना त्यास त्यांचा प्रतिबंध कमीं व्हावा म्हणूनच त्याचें मस्तक लहान केलें आहे. चोंच पाचरेच्या आकाराची आहे. त्याची मान लांब असून चोहीकडे फिरेशी केली आहे. त्याचें शरीर खालून वाटोळें वरून सपाट असें केलें आहे व त्याचीं हाडें पोकळ व इतर प्राण्यांच्या हाडांपेक्षां हलकीं अशीं केलीं आहेत. त्याच्या शरिरास ऊब रहावी म्हणून पिसांच्या नळ्यांच्या मधल्या फटींतून कापसापेक्षां मऊ अशी लव बसविली आहे.

पक्ष्याच्या साधारण रचनेंतच परमेश्वराचें चातुर्य दृष्टीस पडतें असें नाहीं; तर त्या रचनेंतले अत्यंत बारीक जे भाग आहेत, तेथें सुद्धां तें दृष्टीस पडतें. पक्ष्याच्या शरिरांत तेलासारखा पदार्थ देवानें करून ठेविला आहे. तो पदार्थ पांखरूं चोचीनें आपल्या पिसांस लावितें, म्हणजे त्यांवर पाऊस वगैरे पडला तरी, तीं विखरून खराब होत नाहींत. ह्या ठिकाणीं आणखी असा एक चमत्कार आहे, कीं ज्या पांखरांच्या आंगांवर पाऊस पडण्याचा प्रसंग फार, त्यांच्या आंगांत ते तेलकट पदार्थ फार व ज्यांस पावसांत जाण्याचा प्रसंग थोडा, त्यांपाशीं तो पदार्थही थोडा. तसेंच त्या विश्वपालकानें त्यांच्या डोळ्यावर त्वचेचा हलता पडदा केला आहे, तेणेंकरून पांखरूं कुंपणांतून किंवा दाट झाडींतून उडत असतां, त्याच्या डोळ्याचा बचाव होतो. हा पडदा बराच पारदर्शक आहे व पक्ष्यांस तो हवा तेव्हां हलवितां येतो. तसेंच त्या सर्व श्रेष्ठकारागिरानें त्याच्या डोळ्यांत अशी करामत करून ठेविली आहे, कीं त्या पांखरास हवा तसा डोळ्याचा आकार करितां येतो, तेणेंकरून एक दोन बोटांवरचा किडाही

त्यास दिसतो; व कितीएक कोसांवरचा घातुक पक्षीही त्याच्या दृष्टीस पडतो, अशी कांहीं अद्भुत शक्ति त्यास प्राप्त झाली आहे. तसेंच पक्ष्याच्या शरीरभर पोकळ पिंड आहेत, त्यांत वायु असतो, तेणेंकरून फुफुसांत वायूचा तोटा पडत नाहीं, व जलदीनें पाखरूं उडत असतां त्यानें तोंडानें श्वासोच्छ्वास न केला तरी कांहीं अडथळा पडत नाहीं.

पक्ष्याच्या असाधारण गुणांमध्यें अधांत्रीं उडण्याचा गुण मोठा अद्भुत आहे. ज्या स्नायूंनीं पंख हलतात, त्या स्नायु फारच मोठ्या असतात. कांहीं पक्ष्यांच्या स्नायु इतक्या मोठ्या आहेत, कीं त्या स्नायूंचें वजन पक्ष्यांच्या सर्व शरिराच्या वजनाच्या षष्ठांशावरोबर असतें. पक्षी जमिनीवर बसला असून त्याच्या मनांत उडावयाचें आलें म्हणजे, तो वर उडी मारितो, व आपले पंख पसरून त्यांचा वायु वर मोठ्या जोरानें वरून फटकारा मारितो. हा फटकारा मारिल्यानें त्याचें शरीर वातावरणांत तिरपें होतें. फटका मारिल्यावर तो आपलें पंख वर करितो, व ते मिळलेले असतात, व त्यांचीं शेवटें वर झालीं असतात; ह्यास्तव त्यांस वातावरणांतल्या वायूचा प्रतिबंध फारच थोडा होतो. पंख जावे इतके वर गेले, म्हणजे, तो त्यांनीं दुसरा फटकारा देतो. व वायूचा त्यांवर प्रत्याघात होऊन तो आणखीं पुढें जातो. एकामागून एक असे जितके फटकारे तो देतो तितक्या, अंतरालांत त्यानें उडया मारिल्यासारखें होतें. त्यास उजव्या बाजूस वळावयाचें असलें, तर तो डाव्या पंखाचा जोरानें फटकारा मारितो, म्हणजे, वायूच्या प्रत्याघातानें उजव्या बाजूस वळतो व डाव्याबाजूस जावयाचें असलें तर, उजव्या पंखाचा फटकारा मारितो. गलबतास जसें सुकाणूं, तसें पांखरांस त्यांचें शेपूट होय; भेद इतकाच कीं सुकाणूच्या योगानें गलबत बाजूला फिरतें आणि शेपुटाच्या योगानें पक्षी वर खालीं होतो. त्यास वर चढावयाचें असलें तर तो शेपूट वर उचलतो, व खालीं उतरावयाचें असलें तर तें खालीं करितो, आणि मधोमध रहावयाचें असलें तर शेपूट साफ आडवें राखितो. पंख साफ पसरले असतां, ते न हालवितां त्यास कांहीं वेळ आडवें जातां येतें.

कारण त्याच्या आंगांत पुढें जाण्याचा पुष्कळ वेग आला असतो, व त्याचे पंख आडवे साफ पसरले असतात, ह्यामुळें त्यांस वायूचा प्रतिबंध फार थोडा होतो. तो खालीं पडूं लागल्यास तो शेपूट वरकरून अपणास सहज सांवरितो, आणि उडतां उडतां वेग संपला तर पंखांनीं दोन चार नवे फटकारे वायूवर दिले ह्मणजे पुनः आणखी वेग उत्पन्न होतो; खालीं उतरतांना तो आपले पंख व शेपूट वायुपुढें पसरतो; ह्मणजे वायुचा त्यांस प्रतिबंध होऊन तो खालीं येतो. *

दर्शनानुगासननामक शास्त्रांतलीं मूलतत्त्वें प्रकाशाचें गुण—किरणांचे परावर्तन व त्यांचें वक्रीभवन, रंग, इंद्रधनुष्य.

प्रकाश, तेज उजेड इत्यादि नावें ज्यास आहेत, त्या पदार्थाच्या धर्माविषयीं ज्या शास्त्रांत विचार आहे, त्या शास्त्रास दर्शनानुशासन असें ह्मणतात. दर्शन म्हणजे, पाहणें व अनुशासन म्हणजे नियम ह्या दोन संस्कृत शब्दांवरून दर्शनानुशासन (पाहण्याचे नियम) हा शब्द उत्पन्न झाला आहे. पाहण्यास प्रकाश मुख्य कारण आहे व प्रकाशाचे गुण समजले ह्मणजे दर्शन किंवा पाहणें कोणत्या नियमांनीं घडतें, हें समजतें.

---

* पक्ष्यांचे मुख्य विभाग दोन आहेत—स्थलचरपक्षी व जलचरपक्षी. स्थलचर पक्ष्याचे अवांतर चार विभाग केले आहेत पहिल्या वर्गांतल्या पक्ष्याच्या चोंची आंकडीदार असतात व चोंचीच्या भागाच्या दोन्हींबाजूंस अणकुच्या पुढें आल्या असतात. गिधाडें, घारी, ससाणे, घुबडें हीं ह्या वर्गांत येतात; व दुसऱ्या वर्गांतल्या पक्ष्यांच्या चोंची शेवटास पातळ धारेच्या असतात, व दोन्हीं बाजूंस आकुंचित असतात व वरच्या आंगून कांहीं वाकदार असतात. कावळे, सुतार नांवाचीं पांखरें ह्या वर्गांत जातात. तिसऱ्या वर्गांतल्या पक्ष्यांच्या चोंची बारीक अणकुचीदार असतात. पाकोळ्या, वगैरे ह्या वर्गांत जातात. चवथ्या वर्गांतल्या पक्ष्यांच्या चोंचीचा वरचा भाग बराच कमाणदार असतो. मोरें, इंग्रज लोकांकडे टरकी ह्मणून पांखरें असतात, तीं, ह्यांचा चवथ्या वर्गांत संग्रह होतो. जलचर पक्ष्यांचे अवांतर विभाग दोन—पाण्यांतून चालणारे पक्षी व पोहणारे पक्षी, पहिल्यावर्गांतल्या पक्ष्यांच्या चोंची कांहींशा वाटोळ्या असतात व त्यांचे पाय लांब लांब असतात. बगळे ह्या वर्गांत येतात. दुसऱ्या वर्गांतल्या पांखरांच्या चोंची शेवटास रुंद असतात, व त्यांस त्वचेचा पडदा असतो. बदकें वगैरे पक्षी ह्या वर्गांत मोडतात.

ह्यास्तव प्रकाशविषयक शास्त्रास दर्शनानुशासन असें नांव पडलें. असो ह्या धड्यांत त्या शास्त्रांतील कांहीं सोप्या व प्रधान गोष्टी सांगतों.

प्रकाशाचें स्वरूप काय, म्हणजे प्रकाश काय आहे, हें अद्यापि विद्वान पुरुषांस स्पष्टपणें समजलें नाहीं. त्याविषयीं मतभेद आहे. तथापि बहुतांचें मत असें आहे, कीं सप्रकाश जे सूर्य, दिवा इत्यादि पदार्थ, त्यांपासून चोहोंकडे जे अत्यंत सूक्ष्म तेजाचे परमाणु फाकतात ते प्रकाश होत. प्रकाशाचें स्वरूप साफ समजलें नाहीं, तरी त्याचे साधारण धर्म बहुतकाळापासूस स्पष्टपणें समजले आहेत. ते धर्म येणें प्रमाणें. प्रकाशाचा एक धर्म असा आहे कीं तो सर्वदा सरळ जातो, वांकडा कधींहि जात नाहीं. अंधाराच्या एखाद्या खोलींत पुष्कळ धूर भरलेला असावा, किंवा धुराळा उडालेला असावा, आणि तसल्या खोलींत बारीक झरोक्यातून प्रकाश आला असतां, त्याचा वर सांगितलेला धर्म दृष्टीस पडतो. तसें वांकविलेली नळी आरपार असली तरी, तींतून पलीकडचा पदार्थ दिसत नाहीं; ह्यावरूनही प्रकाशाचा सरळ जाण्याचा धर्म सिद्ध होतो; पदार्थांच्या सावलीच्या आकारावरूनही या धर्माचें अनुमान होतें. भिंग वगैरे कांहीं पदार्थ पारदर्शक असतात. त्यांच्या पारदर्शकत्वाचें कारण असें कल्पितात, कीं त्या पदार्थांच्या घटकपरमाणूंची रचना अशी असावी, कीं त्यांचीं छिद्रें एकमेकासमोर येतात, तेणेंकरून त्या छिद्रांनीं सरळ नळ्या होऊन त्यांतून उजेड आरपार जातो, व अशी ज्यांच्या घटकावयवांची रचना नसते, ह्मणजे छिद्रें परस्परांसमोर येत नाहींत; एका थराच्या छिद्रांपुढें दुसऱ्या तऱ्हेचे परमाणु येतात, ते पदार्थ अपारदर्शक असतात. प्रकाशाचा दुसरा धर्म असा आहे, कीं प्रकाशक पदार्थांपासून जितकें जितकें अंतर वाढतें, त्या त्या अंतराच्या वर्गाच्या प्रमाणानें प्रकाशाची चकाकी कमी कमी होते. ह्यास उदाहरण दिव्यापासून एका हातावर जितका प्रकाश असतो त्याचा एक चतुर्थांश प्रकाश दोन हातांवर असतो, तीन हातांवर एक नवमांश असतो, व चार हातांवर एक षोडशांश होतो, आणि ह्याचप्रमाणें पुढें कमी कमी होत जातो. प्रकाशाचा तिसरा धर्म हा कीं स्वतः अदृश्य जे पदार्थ असतात, त्यांवर

प्रकाश पडून परावर्तन पावला म्हणजे, ते पदार्थ दृश्य होतात, म्हणजे दिसूं लागतात. ह्यास उदाहरण. काळोख्या रात्रीं शेतांत अगटीशीं कांहीं मनुष्यें बसलीं असतां, तीं दूर अंतरावरून काळोखांतल्या मनुष्यास दिसतात; पण काळोखांतला माणूस जवळ आल्यावांचून त्यांस दिसत नाहीं. तसेंच एखाद्या अंधेऱ्या खोलींत दारांतून डोकावून पाहिलें असतां आंत कांहीं दिसत नाहीं. कारण आंतून प्रकाशाचें परावर्तन होत नसतें; पण आंत शिरून मागें पाहिलें असतां दाराजवळचे पदार्थ स्पष्ट दिसतात. कारण कीं त्या पदार्थांवरून परावर्तन पावून प्रकाश आंत येत असतो. सूर्याचा प्रकाश चंद्र व इतर ग्रह ह्यांवरून परावर्तन पावून आपणाकडे येतो; ह्मणून ते ग्रह आपणास दिसतात, आणि असें आहे म्हणूनच चंद्र आपण आणि सूर्य ह्यांच्यामध्यें आला असतां, तो आपणास दिसत नाहीं. प्रकाशाचा चवथा धर्म असा आहे, कीं सूर्याच्या ज्या प्रकाशानें पदार्थ दृष्टिगोचर होतात, तो प्रकाश पांढरा आहे खरा, तरी त्या पदार्थावरून जो प्रकाश परावर्तन पावतो, तो प्रकाश पदार्थांचे रंगाचा असतो. हा धर्म ह्या पुढील चमत्कारिक प्रयोगानें सिद्ध होतो. एक पेटी घेऊन तिच्या एका बाजूस चांगला स्वच्छ पांढरा कागद लावावा, व दोन तीन फुलें व दोन तीन पानें जीस असतील, अशी गुलाबाची ठिकशी घेऊन ती त्या कागदाच्या समोरच्या बाजूस ठेवावी. आणि पेटी अगदीं बंद करून आंधेर करावा. व गुलाबाच्या ठिकशीवरून प्रकाश जाऊन कागदावर पडेल, असें त्या ठिकशीच्या आंगास पेटीस सुईसारखें बारीक एक भोंक पाडावें, व दुसरें एक बारीक भोंक पाडून त्यांतून पाहिलें असतां, कागदावर फुलांच्या समोर गुलाबी रंगाचा प्रकाश व पानांच्या समोर हिरव्या रंगाचा प्रकाश दृष्टीस पडेल. ह्या रंगीत प्रकाशांनीं कागदावर ठिकशीची उलटी तसबीर होईल, व ही तसबीर चांगली स्पष्ट दिसणार नाहीं खरी, तरी ती ओळखितां येण्यापुरती स्पष्ट दिसेल. आतां उजेड आंत येण्याचें भोंक मोठें करून अधिक उजेड आंत येऊं दिल्यास तसबीर अधिक अस्पष्ट होते, व रंग अधिक मंद होतात. आणि

भिंग फारच मोठें केलें असतां गुलाबी रंगाचे प्रकाश व हिरव्या रंगाचा प्रकाश कागदाच्या एकाच भागावर पडून त्याचा मुळचा पांढरा रंग दिसूं लागतो. प्रकाशाचा पांचवा धर्म हा आहे, कीं प्रकाश पराकाष्ठेच्या वेगानें चालतो. दोन मनुष्यें एकमेकांपासून चाळीस कोसाच्या अंतरावर उभीं राहून त्यांपैकीं एकानें नियमित वेळीं प्रकाश उत्पन्न केला तर तो एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं इतका जलद जातो, कीं त्यास जावयास जी वेळ लागते, ती अत्यंत सूक्ष्म घड्याळांनीं सुद्धां मोजतां येत नाहीं, दोघांसही एक काळींच प्रकाश दिसलासा वाटतो. **बृहस्पतीच्या** भोंवतालीं उपग्रह आहेत, त्यांचीं त्या ग्रहाशीं ग्रहणें होतात, तीं, तो ग्रह पृथ्वीपासून अत्यंत जवळ असतांना, केव्हां दिसतात, व तो पृथ्वीपासून अत्यंत दूर असतांना, दिसण्यास किती विलंब लागतो, हें पाहून त्यावरून ज्योतिषशास्त्रवेत्त्यांनीं असें अनुमान केलें आहे, कीं प्रकाशास सूर्यापासून पृथ्वीपर्यंत येण्यास सात मिनिटें लागतात. ह्यावरून पाहतां, प्रकाशास पृथ्वीच्या एका ध्रुवापांसून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत जावयास सेंकदाचा एक चोविसावा भाग काळ लागतो म्हणजे प्रकाश एका सेंकदांत १९५००० मैल चालतो. हा वेग मनुष्याच्या मनांत अगदीं अचिंतनीय आहे. ह्या अद्भुत वेगावरून असें सिद्ध होतें, कीं प्रकाशाचे जर परमाणु असतील, तर ते परमाणु अत्यंत सूक्ष्म असले पाहिजेत; इतके सूक्ष्म, कीं आपणास त्यांच्या सूक्ष्मतेची कल्पनासुद्धां कारितां येत नाहीं. कारण त्यांच्याठायीं इतका वेग असतांही सर्व इंद्रियांत अत्यंत नाजूक, व सर्वांपेक्षां वेदनाशक्ती ज्याच्या आंगीं पराकाष्ठेची, असें जें चक्षुरिंद्रिय (डोळा) त्यांत तो शिरल्यानें त्या इंद्रियास कांहींच उपद्रव होत नाहीं, व कांहीं कळत नाहीं. **डाकतर थामूसन्** ह्मणून कोणी एक मोठा ग्रंथकार आहे, त्यानें असें लिहिलें आहे, कीं तेजाचा परमाणु * ग्रेनच्या हजाराव्या भागा एवढा जर असेल, तर त्याचे आंगीं बंदुकीच्या गोळीइतका जोर येईल, तो परमाणु ग्रेनच्या दहा लक्षाव्या भागा एवढा जरी असेल, तरी

* ग्रेन म्हणून इंग्रजींत एक सूक्ष्म वजन आहे. दोन ग्रेन व एक गुंज हीं सुमार जवळ जवळ आहेत.

त्याच्या आंगीं इतका जोर येईल, कीं त्याचा धक्का ज्याला ज्याला बसेल, तो तो पदार्थ फुटून जाईल; व तो परमाणू ग्रेनच्या दहालक्षाव्या भागाच्या लक्षाव्या भागा एवढा जरी असेल, तरी त्याचा धक्का चांगला जाणवेल; पण डोळ्यासारख्या नाजूक इंद्रियांत तो शिरला असतां कळत सुद्धां नाहीं, तेव्हां त्यांचे सूक्ष्मत्व कितीं तरी अल्प असावें बरें?

अरशावर किंवा धातूच्या झिलई केलेल्या पत्र्यावर प्रकाश पडला असतां, तो परावर्तन पावतो, म्हणजे मागें जातो. अरसा उन्हांत धरिला असतां त्याचा परत कवडसा पडतो, किंवा आंधाऱ्या खोलीच्या दाराशीं पांढरें स्वच्छ पांघरूण धरिलें असतां, आंत अधिक उजेड पडतो, ह्या गोष्टींचा प्रत्यय सर्वांस आहे; व ह्या गोष्टीं प्रकाशाच्या परावर्तनानेंच होतात. सर्व पदार्थ प्रकाशाचे थोडे बहुत परावर्तन करितात; पण ज्या पदार्थांचे पृष्ठभाग गुळगुळीत असतात, त्यांपासून त्याचें परावर्तन फारच होतें. प्रकाशाचे किरणांच्या परावर्तनाचा असा नियम आहे, कीं किरणांचा पतनकोण व त्यांचा परावर्तनकोण, हे सर्वकाळ एकमेकाबरोबर असतात. हा नियम व्यवहारांत पुष्कळ ठिकाणीं प्रत्ययास येतो. आपण मोठ्या आरशा पुढें उभे राहिलों असतां आपल्या शरिरांवरून किरण आरशावर पडून ते परावर्तन पावून आपणाकडे येऊन आपलें प्रतिबिंब आपणास दिसतें; पण आपण आरशाच्या एका बाजूस झालों तर आपलें प्रतिबिंब आपणास दिसत नाहीं; पण आपण अरशाच्या बाजूस जितक्या अंतरावर आहो, तितक्याच अंतरावर दुसऱ्या बाजूस दुसरा मनुष्य उभा असला, तर त्याचें प्रतिबिंब आपणास दिसतें; व आपलें प्रतिबिंब त्यास दिसतें. तसेंच आरशाच्या कांहींसा एका बाजूस जर दिवा ठेविला, तर तितकेंच दुसऱ्या बाजूस आपण जावें, तेव्हां त्या दिव्याचें प्रतिबिंब आपल्या दृष्टीस पडतें.

सरळ जाणें हा प्रकाशाचा स्वाभाविक धर्म खरा; परंतु इतर सर्व पदार्थ प्रमाणें प्रकाशावरही आकर्षण घडतें. व तें घडतें तेव्हां तो सरळ मार्ग सोडून वांकडा होऊन जाऊं लागतो. तसें झालें ह्मणजे प्रकाशाचें वक्रीभवन झालें असें ह्मणतात. कमी वैरल्याच्या पदार्थातून अधिक

वैरल्याच्या पदार्थांत जातांना किंवा अधिक वैरल्याच्या पदार्थांतून कमी वैरल्याच्या पदार्थांत जातांना मात्र प्रकाशास वक्रीभवन होतें, एरवीं होत नाहीं. प्रकाश ज्या पदार्थांतून जातो, त्यास प्रकाश वाहक किंवा प्रकाशमार्ग असें ह्मणावें. वायु, पाणी व कांच, ह्यांचें वैरल्य निरनिराळें आहे. ह्यास्तव प्रकाश वायूंतून पाण्यांत किंवा कांचेंत जातांना, किंवा कांच किंवा पाणी ह्यांतून वायूंत जातांना त्यास वक्रीभवन होतें. हें वक्रीभवन ज्या नियमानें होतें, त्याचें चांगलें स्पष्ट ज्ञान व्हावयास पूर्वी गणितशास्त्राचें व भूमितीचें चांगलें ज्ञान असलें पाहिजे खरें; तथापि त्या वक्रीभवनाचें सामान्य स्वरूप समजण्यास त्या शास्त्रांची तादृश गरज नाहीं; तें व्यवहार प्रसिद्ध कितीएक गोष्टीवरून सहज लक्षांत येतें. हातांत एक कांठी घेऊन तिचें एक टोंक पाण्यांत बुडविलें असतां तें टोंक लवल्यासारखें दिसतें. तें तसें दिसण्याचें कारण प्रकाशाचें वक्रीभवन होय. पाणी वायूपेक्षां कमी विरल आहे; ह्यास्तव वायूंतून पाण्यांत प्रकाशाचें किरण जातांना, त्याचें वक्रीभवन होतें. एक उथळ वाटी घेऊन तींत रुपया असा ठेवावा, कीं त्याचा काठ मात्र आपणास दिसेल. नंतर त्या वाटींत पाणी ओतावें; ह्मणजे तो रुपया वर आल्या सारखा होऊन सगळा आपल्या दृष्टीस पडूं लागतो. असें होण्याचें कारण हें, कीं वाटींत पाणी नसतें, तेव्हां रुपयाच्या कांठावरून मात्र किरण आपल्या डोळ्यांत येत असतात; पण रुपयाच्या आंगावरचे किरण सरळ मार्गानें येतांना त्यांस वाटीच्या काठांचा प्रतिबंध होऊन ते पुढें येत नाहींत, व वाटींत पाणी घातलें ह्मणजे पाणी वायूपेक्षां कमी विरळ पडल्यामुळें पाण्यांतून वायूंत येतांना किरण वांकतात, व वांकल्यामुळें आपल्या डोळ्यांत येऊन पोंचतात. सूर्योदयाच्यापूर्वी व सूर्यास्तानंतर जो उजेड असतो, त्यासही प्रकाशाचें वक्रीभवनच कारण होय. पृथ्वीच्या भोंवतालीं वायूचें आवरण आहे, व तो वायू पृथ्वीजवळ जवळ कमी विरल आहे. व पृथ्वीपासून वर अधिक अधिक विरळ होत गेला आहे. वायूंतून सकाळीं व संध्याकाळीं सूर्याचे किरण जातांना त्यांचें वक्रीभवन होतें. वातावरणांत वाफ वगैरे जशीं कमजास्त अस-

तात, त्याप्रमाणें त्याच्या वैरल्यांत कमजास्तपणा येऊन त्यांतून जातांना प्रकाशाचे किरणही कमजास्त वक्रीभवन पावतात. खलाशी लोकांच्या अनुभवास ही गोष्ट आली असते, कीं कधीं कधीं दूर दूरची गलबतें दिसतात, व कधीं कधीं दिसत नाहींत. जमिनीवरही असा भेद घडतो. कधीं कधीं दूरचे डोंगरही दिसतात, व कधीं कधीं ते दिसत नाहींत. दुर्बिणीं, सूक्ष्मदर्शकें, चष्मे इत्यादि दृग्यंत्रें मनुष्याच्या उपयोगीं पडतात, त्यांचें मुख्य कारण प्रकाशाचा वक्रीभवनरूप धर्मच आहे. यंत्रांत वगैरे जीं भिंगें योजितात, त्यांस इंग्रजींत लेन्स ह्मणतात. ह्या भिंगाचे आकारभेदेंकरून पुष्कळ प्रकार आहेत. पण सर्वांत मुख्य प्रकार दोन आहेत त्यांचा फार उपयोग पडतो. ते दोन प्रकार हे कीं बहिर्गोल भिंगें व अंतर्गोल भिंगें. ताजव्याच्या वाटीच्या बाहेरच्या बाजूसारखा बाहेरून कमाणदार ज्यांचा आकार असतो, त्या भिंगांस बहिर्गोल भिंगें असें ह्मणावें; व त्या वाटीच्या आंतल्या बाजूसारखा आंतून कमाणदार ज्यांचा आकार असतो, त्यांस अंतर्गोल भिंगें असें ह्मणावें; ह्मातान्या मनुष्यास चांगलें दिसण्याकरितां जे चष्मे केलेले असतात, त्यांचीं भिंगें व ज्यांतून विस्तव पडतो, तीं सूर्यकांत भिंगें, हीं बहिर्गोल असतात, व दूरचें ज्यास दिसत नाहीं, अशा मनुष्यांकरितां जे चष्मे असतात त्यांचीं अंतर्गोल असतात. बहिर्गोल जें भिंग असते, तें त्यावर पडलेल्या किरणास एका बिंदूशीं जमवितें. त्या बिंदूस इंग्रजींत फोकस ह्मणतात, व संस्कृतांत केंद्र किंवा नाभी म्हणतात. एकच बहिर्गोल भिंग असलें ह्मणजे, त्याचा फोकस व त्या भिंगाच्या कौंसाचे वर्तुळाचा मध्य हीं एकच असतात. असलें भिंग उन्हांत धरून त्याचा कवडसा कागदावर किंवा तंबाखूवर पाडिला असतां तीं लौकर पेटतात. ह्या स्थलीं ही गोष्ट सांगण्यासारखी आहे, कीं काळे पदार्थ फारच जलद पेटतात. पांढऱ्या रंगाचे पदार्थ पेटावयास अधिक उशीर लागतो. कारण पांढरा पदार्थ किरणांचें विशेष परावर्तन करितो. इंग्लंदच्या सरकारनें लार्ड मकार्तने हा चीनच्या पादशहाकडे वकील पाठविला होता. त्या प्रसंगीं एक सूर्यकांत भिंग नजर पाठविलें होतें. त्याच्या एवढें

मोठें दुसरें भिंग कोठें ऐकण्यांत आलें नाहीं. असें सांगतात, कीं कोणी एक गृहस्थ उत्तरध्रुवाकडे गलबतांत बसून गेला होता, त्यानें बर्फाचा एक सूर्यकांत केला होता. त्याच्या योगानें लांकूड पेटे, हें पाहून खलाशांस मोठा चमत्कार वाटे.—(तेविसावी आकृति पहावी)

प्रकाश शुद्ध पदार्थ आहे, असें बहुतकाळपर्यंत मानीत असत; पण **सर ऐजाक न्युतन**नामें महाप्रख्यात पंडित झाला होता, त्यानें त्याचें पृथक्करण केलें. त्यानें भरींव त्रिकोणाकृति एक बिलोर घेऊन त्यांतून सूर्याचें किरण पार घालविलें आणि पाहतो तो त्या बिल्लोरांतून पलीकडल्या पदार्थावर सात रंगाचा उजेड पडलेला दिसला. ह्याचें कारण असें, कीं सूर्याच्या एका किरणांत निरानिराळ्या रंगांचें सात किरण आहेत, व त्या निरानिराळ्या किरणास निरनिराळे वक्रीभवन घडतें ह्यामुळें बिल्लोरांतून निघतांना सात रंग निरानिराळे होऊन प्रकाशाचें पृथक्करण होतें. हे सात रंग इंद्रधनुष्यांत दृष्टीस पडतात, व ते येणेंप्रमाणें; लाल, नारंगी, पिवळा, हिरवा, पारवा, निळा व * जांभळा. सर्वांत जांभळे किरणास अत्यंत अधिक वक्रीभवन घडतें व लाल किरणास तें अत्यंत कमी घडतें. **न्युतन**चें मत असें आहे, कीं पदार्थांचे आंगीं निरनिराळे रंग दिसतात, ह्याचें कारण हेंच कीं त्या त्या पदार्थाची अवयवरचना अशी असते, कीं तो पदार्थ कांहीं किरणांचें मात्र परावर्तन करितो व बाकीचे किरण तो खाऊन टाकितो. ह्या मताप्रमाणें अंधारांत पदार्थांस रंग मुळींच नाहीं. जे पदार्थ पांढरे दिसतात, त्यांची अवयवरचना अशी असते, कीं ते पदार्थ सात प्रकारच्याही किरणांचें परावर्तन करि-

---

* सात मूळचे रंग विवक्षित प्रमाणानें ऐकमेकांशीं मिळविलें असतां पांढरा रंग उत्पन्न होतो, हें प्रयत्नानें सिद्धकरून दाखवण्याची युक्ति सोपी आहे. लांकडाची एक वाटोळी भिंगरी किंवा वरून सपाट असा भोंवरा घ्यावा व त्यांच्या परिघाचे ३६० बरोबर भाग करून त्यांपैकीं ४५ भागांस लाल रंग द्यावा, ३७ भागांस नारिंगी द्यावा; ४८ पिवळा, ५० हिरवा, ६० पारवा, ४० निळा, ८० जांभळा द्यावा आणि तो भोंवरा किंवा भिंगरी खूप जलद फिरवावी; म्हणजे ते रंग शुद्ध असल्यास तो भोंवरा किंवा भिंगरी स्वच्छ पांढरी दिसते.

तात. तसेंच सगळ्या किरणांस जे पदार्थ खातात, ते काळे दिसतात; ह्मणजे काळेपणा मुळींच रंग नव्हे; तर रंगाचा अत्यंताभाव होय. असें आहे, ह्मणून व उष्णतेचा आणि प्रकाशाचा अखंडितसंबंध आहे ह्मणून पांढरी वस्त्रें फार गार लागतात, व काळी फार उबदार लागतात. तसेंच ह्याचकारणावरून अंधारांत पांढरीं वस्त्रें पांघरलेलें माणूस जितक्या अंतरावरून दिसतें, तितक्याच अंतरावरून काळीं वस्त्रें पांघरलेलें मनुष्य दिसत नाहीं. घरांच्या आंतून सफेती देऊन भिंती पांढऱ्या स्वच्छ केल्या असतां घरांत गारवा असतो. तसेंच असें सांगतात, कीं विटांच्या नुसत्या भिंतीच्या शेजारचें झाड व गिलावाकरून त्यावर सफेती केलेल्या भिंती शेजारचें झाड, ह्या दोहोमध्यें पांढऱ्या भिंतीजवळच्या झाडांचीं फळें लौकर व चांगलीं पिकतात. प्रकाशाच्या पृथक्करणाचें सर्वोत्कृष्ट उदाहरण म्हटलें ह्मणजे इंद्रधनुष्याचें होय. हें पाऊस पडत असतां किंवा पडावयास झाला असतां व सूर्य प्रकाशित असतां मात्र दिसतें, हीं दोन्हीं असल्यावांचून दिसत नाहीं. सूर्याचा किरण पावसाच्या बिंदूवर पडला ह्मणजे तो त्या बिंदूच्या मागल्या भागीं योग्य ठिकाणीं आंत शिरल्यास त्यास वक्रीभवन घडून तो त्या बिंदूच्या वरच्या भागीं आंतल्या आंगीं वर पडतो. मग तेथून परावर्तन पावून तो पुनः त्या बिंदूच्या पुढल्या भागीं खालच्या आंगीं येतो, व एथें त्यास आणखी वक्रीभवन घडून तेणेंकरून तो पृथ्वीकडे वळतो. ह्याप्रमाणें सूर्याच्या किरणांस एकवेळ परावर्तन व दोन वेळ वक्रीभवन घडून ते, सूर्याकडे पाठकरून मेघांकडे तोंडकरून उभा राहणाऱ्या पाहणाराच्या डोळ्यांत येत असावे. सूर्याचे किरण ह्याप्रमाणें एकवेळ परावर्तन व दोन वेळ वक्रीभवन पावून जलबिंदूतून बाहेर पडतात, तेव्हां जे किरण फारच वक्र होतात, त्याचे पतन पावणाऱ्या किरणांशीं जे कोन होतात व जे किरण फार थोडे वक्र होतात त्याचे पतन पावणाऱ्या किरणांशीं होणारे कोन, हे निरनिराळे असतात; असें असल्यामुळें निरनिराळ्या रंगांचें ज्ञान उत्पन्न करणारे किरण एकमेकापासून निरनिराळे होतात. ह्यावरून अशी कल्पना सहज होते, कीं पा-

ऊस पडत असतां कांहीं जलबिंदु, अशाठिकाणीं असतात, कीं त्यांतलें लाल रंगाचे किरण मात्र पाहणाऱ्याचे डोळ्यात येतात, त्यांच्या खालो-खाल जे बिंदु असतात, त्यांपासून नारींगी रंगाचे किरण डोळयांत येतात त्यांच्या खालच्यांतून पिवळे व त्यांच्या खालच्यांतून हिरवे; ह्याचक्रमानें सर्व सातही रंगाचे किरण डोक्यांत येऊन मेघाच्या कांहीं विशेष भागांवर सातही रंग क्रमानें एकाखालीं एक असें दिसतात, व विवक्षित रंग दिसावयास विवक्षित अंशाचे कोन लागतात; ह्यास्तव मेघांवर अनेक रंगाची कमाण अर्थात उत्पन्न होते. (चोविसावी आकृति पहा)

पृथ्वी, चंद्र व ग्रह ह्यांच्या गतीविषयीं.

गुरु आणि विद्यार्थी ह्यांचा संवाद.

गुरु ह्मणतो. रामचंद्रा, तुला मीं ज्योतिषशास्त्राचें लहानसें पुस्तक दिलें होतें, तें सगळें वांचून झालें ह्मणतोस, तर तुला त्यांतील विषय कितपत समजला व कितपत वागतो आहे, हें पहावयासाठीं तुला कांहीं प्रश्न विचारतों:—ह्या पुस्तकांत ताऱ्याचा विभाग कसा केला आहे व त्यांचीं लक्षणें व स्वरूपें कशीं वर्णिलीं आहेत, तीं तुला आठवतात?

विद्यार्थी— त्यांचे तीन विभाग केले आहेत. नक्षत्रें, ग्रह, व धूमकेतु, ज्यांस शेंडी नक्षत्रें म्हणतात. अर्वाचीन ज्योतिषशास्त्राचे मतीं नक्षत्रें हीं सूर्य आहेत, व ग्रहांवर ह्या पृथ्वीच्या सारखी प्राण्यांची वस्ती आहे, आणि धूमकेतूंविषयीं म्हटलें ह्मणजे त्यांचें वास्तविक स्परूप अद्यापि चांगलें समजलें नाहीं. ह्या धूमकेतूस प्रकाशयुक्त धुराच्या सारखा झोत असतो, त्यांस त्यांची शेंडी म्हणतात, व ह्या ताऱ्यांस वेग मोठा असतो, व त्यांच्या कक्षा फारच लांबोड्या असतात.

गुरु—सर्व ग्रहांस दोन प्रकारच्या गति असतात, एक दैनंदिनगति ती त्यांच्या आंसाभोंवतीं असते; व दुसरी वार्षिक गति, ती सूर्याभोंवतीं असते. ह्या दोन गतींपैकीं प्रत्येकीपासून काय काय कार्यें होतात, तीं तुला सांगतां येतील ?

विद्यार्थी.—दैनंदिन गतीनें दिवस रात्री उत्पन्न होतात. व वार्षिक गतीनें निरनिराळे ऋतु उत्पन्न होतात.

गुरु—पृथ्वीचा आंस तिच्या कक्षेवर लंबरूपानें असता, तर आतां जसे ऋतु उत्पन्न होतात, व दिवस रात्रीं होतात, तसेंच होते; किंवा त्यांत कांहीं भेद पडता ?

विद्यार्थी.—तसें असतें तर, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर निरनिराळ्या ठिकाणीं आतां जसे लहान मोठे दिवस होतात, तसे न होते, व ऋतुभेदही होताच तर थोडा होता; आतांच्या इतका न होता.

गुरु—पृथ्वी सूर्याभोंवती फिरत असतां तिचा आंस व तिची कक्षा ह्यांच्या मधला कोन सर्वकाळ सारखा असतां दिवस लहान मोठे कसे होतात व ऋतु भेद कसा उत्पन्न होतो, तें सांग बरे ?

विद्यार्थी—वसंतांत जो विषुवसंपात येतो त्या वेळीं ह्मणजे मेष संक्रांतीचे सुमारें पृथ्वीचे दोन्हीं ध्रुव सूर्यापासून सारख्या अंतरावर असतात, व त्या वेळेस सूर्याचे किरण लंबरूपानें विषुववृत्तावर पडतात, व तेव्हां दोन्ही समशीतोष्ण कटिबंधांत सारखीच उष्णता असते, व दोन्ही शीतकटिबंधांतही ती सारखीच असते, आणि सर्व पृथ्वीवर त्या काळीं दिवस व रात्री सारख्याच असतात; पण पृथ्वी पुढें जातां जातां कर्क राशीस गेली ह्मणजे उत्तर गोलार्धांत भर उन्हाळा होतो. कारण त्या वेळीं उत्तरध्रुव सूर्याकडे होतो, व दक्षिणध्रुव सूर्यापासून फार दूर होतो. व सूर्याचे किरण कर्कवृत्तावर लंबरूपानें पडूं लागतात. असें झालें ह्मणजे उत्तर शीतकटिबंधांत सतत दिवस होतो, उत्तर समशीतोष्ण कटिबंधांत मोठाले दिवस व लहान रात्री होतात, व दक्षिण शीतकटिबंधांत अगदीं काळोख पडून सतत रात्र होते. नंतर शरदृतूंतल्या विषुवसंपाताच्यावेळीं ह्मणजे तूळ संक्रांतीच्या सुमारें पुनः दोन्ही ध्रुव पुनः सूर्यापासून बरोबर अंतरावर येतात, व पृथ्वी पुढें जातांना मकर राशीवर गेली ह्मणजे उत्तर गोलार्धांत ऐन हिवाळा होतो. त्या वेळीं दक्षिणध्रुव सूर्याकडे कलतो, व उत्तरध्रुव त्यापासून फार दूर जातो व तेणेंकरून वर सांगितले

ळीं उत्तर गोलार्धातली स्थिति दक्षिण गोलार्धांत घडते, व इकडली तिकडे घडते. (पंचवीसावी आकृति पहावी)

गुरु—चांगलें उत्तर दिलें. आतां चंद्राच्या कलांची वृद्धि व क्षय हीं कशीं होतात; त्यांचेंही चांगले स्पष्ट उपपादन कर. कसें करितोस पाहूं बरें ?

विद्यार्थी.—शुद्ध प्रतिपदेचे दिवशीं संध्याकाळीं पृथ्वीवरून पाहिल्यास चंद्राची बारीक एक कोर पश्चिमेस दृष्टीस पडते, ती सूर्याच्या डाव्या बाजूस असते, व तिची बहिर्गोल बाजू सूर्याकडे असते. मग सूर्याच्या आणि त्याच्यामध्यें जसजसें अंतर दिवसें दिवस वाढत जातें, तसतशा त्याच्या कळा वाढून शुद्धचतुर्थीच्या सुमारास त्यानें आपल्या कक्षेचा अष्टमांश भोगला ह्मणजे त्याच्या बिंबाचा एक चतुर्थांश प्रकाशित दिसूं लागतो. नंतर आणखी तीन चार दिवस लोटले ह्मणजे सप्तमी अष्टमीच्या सुमारें त्याचें अर्धे बिंब उज्वालित होतें, व ह्या वेळेस त्याची पृथ्वी भोंवती एक चतुर्थांश प्रदक्षिणा होते. मग आणखी तीन चार दिवसांनीं त्याचें पाउण बिंब प्रकाशित होतें व पौर्णिमेच्या सुमारें त्याची पृथ्वी भोंवती अर्धी प्रदक्षिणा होऊन त्याचें पूर्ण बिंब दिसूं लागतें. ह्या वेळीं तो सूर्याच्या अगदीं समोर येतो. मग पौर्णिमा होऊन वद्यपक्ष लागल्यावर त्याच्या कळा दिवसेंदिवस कमी होऊं लागतात, व त्याच्या आणि सूर्याच्या मधलें अंतर कमी कमी होत जातें व तो ज्या क्रमानें वृद्धि पावत जातो तद्विपरीत क्रमानें त्याचा क्षय होत जातो; म्हणजे प्रथमतः त्याच्या बिंबाचा जो भाग उजळत गेला असतो तो पहिल्यानें निस्तेज होतो; वद्य एकादशीच्या सुमारास त्याची धनुष्याकृति कोर पाहटच्या रात्रीं सूर्याच्या उजव्या बाजूस, ह्मणजे पूर्वेकडेस दृष्टीस पडते व तिची बहिर्गोळ बाजू सूर्याकडे वळलेली असते. ह्यानंतर होत होत तो अदृश्य होतो; आणि पांच सहा दिवसांनीं सूर्याच्या डाव्या बाजूस आणखी दिसावयास लागतो, व आणखी पहिल्यासारखा वाढत जातो (सव्विसावी आकृति पहावी.)

गुरु.—चंद्रास स्वतः तेज नाहीं, तें त्यास सूर्यापासून प्राप्त होतें, असें सिद्धवत् धरून तूं उपपादन केलें, हें स्पष्टच दिसतें. आणि हस्तिदंती गोटा घेऊन तो दिव्याभोंवती फिरविला असतां, वर सांगितल्या प्रमाणेंच दिसतो. बरें असो, तुला सूर्य, पृथ्वी, व चंद्र, ह्यांच्या संस्था परस्परांच्या संबंधानें कशा आहेत, हें चांगलें समजलें आहे. ह्यावरून ग्रहणें कसकशी होतात, हें तुला चांगलें समजलें असेल, असें मला वाटतें. सांग बरें, कसें समजलास तें पाहूं ?

विद्यार्थी.—सूर्यग्रहण जें होतें, तें सूर्य व पृथ्वीवरचा पाहणारा मनुष्य, ह्यांच्यामध्यें चंद्र येऊन होतें. तेव्हां सूर्यग्रहण होण्यास सूर्य व चंद्र एका राशीस आले पाहिजेत. ते अमावास्येस मात्र एका राशीस येतात; ह्यास्तव त्या तिथीस मात्र सूर्यग्रहण होतें, चंद्रग्रहण जें होतें, तें चंद्र पृथ्वीच्या छायेंतून जाऊं लागल्यानें होतें; ह्यास्तव चंद्रग्रहण होण्यास पृथ्वी व चंद्र ह्यांच्यामध्यें सहा राशींचें अंतर असावें लागतें, व इतकें अंतर पौर्णिमेसच असतें; ह्यास्तव चंद्रग्रहण पौर्णिमेखेरीज दुसऱ्या तिथीस होत नाहीं.

गुरु.—असें आहे, तर दर अमावस्येस व दर पौर्णिमेस ग्रहण कां पडत नाहीं ?

विद्यार्थी.—पृथ्वीची कक्षा व चंद्राची कक्षा ह्या एकाच पातळींत असत्या तर तसें होतें; पण त्या तशा नाहींत. ह्यांच्यामध्यें सुमारें पांच अंशांचा कोन आहे. त्या दोन कक्षा एकमेकीस ज्या बिंदूंशीं छेदतात, त्या बिंदूस पात म्हणतात. आतां हें स्पष्ट आहे, कीं ह्या पातांत जेव्हां सूर्य, पृथ्वी व चंद्र हीं येतात, तेव्हां मात्र तीं एका पातळींत येतात, व तेव्हांच ग्रहण होतें. चंद्र पृथ्वीस प्रदक्षिणा करीत असतां, दोनदां मात्र पातांत येतो; पण तो पातांत येतो, त्याच वेळीं सूर्य पातांत येईल, असा नियम नाहीं; ह्यास्तव चंद्राच्या किती एक प्रदक्षिणा होतात, तेव्हां तो पातांत यावयास व सूर्यही त्याच पातांत किंवा त्याच्या समोरच्या पातांत यावयास गांठ पडते, व तेव्हां सूर्यग्रहण

किंवा चंद्रग्रहण घडतें. ह्यास्तव पूर्ण ग्रहणें फारच थोडीं व आंशिक ग्रहणें त्यांपेक्षां अधिक घडतात.

गुरु.—सूर्य व चंद्र पृथ्वीवरून सर्व काळ सारखेच मोठे दिसतात?

विद्यार्थी.—नाहीं. ते कधीं मोठे दिसतात व कधीं लहान दिसतात, व त्यांच्या गतींचा वेगही कधीं मोठा दिसतो, व कधीं लहान दिसतो. ते जेव्हां अत्यंत मोठे दिसतात, तेव्हां त्यांचा वेगही अत्यंत मोठा दिसतो. असा दिसण्यांत भेद पडण्याचें कारण फारसें गूढ नाहीं. पृथ्वी व चंद्र (व इतर सर्व ग्रह) ह्यांच्या कक्षा पूर्ण वर्तुळरूप नाहींत; वर त्या दीर्घ वर्तुळरूप आहेत. दीर्घ वर्तुळास दोन केंद्रें असतात. पृथ्वीच्या कक्षेच्या एका केंद्रांत सूर्य आहे व चंद्राच्या कक्षेच्या एका केंद्रांत पृथ्वी आहे; ह्यास्तव सूर्य व चंद्र कधीं कधीं पृथ्वीच्या फारच जवळ असतात, व कधीं कधीं फारच दूर असतात. व ज्या वेळेस फारच जवळ असतात, त्या वेळेस मोठे दिसतात, आणि दूर असले ह्मणजे लहान दिसतात.

गुरु.—बुध आणि शुक्र ह्या ग्रहांस अंतर्वर्ती ग्रह म्हणतात; कारण त्यांच्या कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेच्या आंत आहेत; व मंगळ, बृहस्पती शनि, आणि हर्शल, ह्यांस बहिर्वर्ती ग्रह म्हणतात; कारण त्यांच्या कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेच्या बाहेर आहेत; असो. आतां अंतर्वर्ती ग्रह व बहिर्वर्ती ग्रह ह्यांच्या दृश्यमान गतींतले कांहीं विशेष तुला आठवतात?

विद्यार्थी.—अंतर्वर्ती जे ग्रह आहेत, ते नेहमीं सूर्याच्या जवळ दिसतात, आणि बहिर्वर्ती ग्रह हवे तितके दूर गेलेले दिसतात. अंतर्वर्ती ग्रह सूर्यापासून १८० अंशाच्या अंतरावर गेलेले असें कधीं दिसत नाहींत; म्हणजे ते मध्यरात्रीं खस्वस्तिकांत कधीं आढळत नाहींत. बहिर्वर्ती ग्रह तसे वारंवार दिसतात. अंतर्वर्ती ग्रह एका राशींत असतांना, सूर्याच्या बिंबावरून जातांना कधीं कधीं दिसतात. बहिर्वर्ती ग्रह तसें कधींही करीत नाहींत; पण एका गोष्टीविषयीं दोनही वर्गांतल्या ग्रहांचें सादृश्य आहे. सर्वांची ही दृश्यमान गति कधीं कधीं अनुलोम असते,

कधीं कधीं प्रतिलोम असते, व कधीं कधीं स्तब्ध झाल्यासारखी दिसते; म्हणजे सर्व ग्रह कधीं पुढें जातात असे दिसतात, कधीं मागें येतात असे दिसतात, व कधीं चालतांना बंद झालेसे दिसतात. ते मागें येतात असें दिसतें त्या वेळेस ते वक्री झाले, किंवा वक्री आले असे ह्मणतात, व ते चालतांना थांबलेले दिसूं लागले, म्हणजे, त्यांचा स्तंभ झाला असें म्हणतात.

गुरु.—ग्रह लंब वर्तुलाकृति कक्षांत सूर्याभोंवतीं फिरतात, असें मानिलें असतां वर सांगितलेल्या सर्व गोष्टींची बरोबर उपपत्ति होते ?

विद्यार्थी.—होते. आणि एवढेंच काय; पण तसें मानलें तरच त्या गोष्टींची उपपत्ति होते; अन्य कोणत्याही कल्पनेनें होत नाहीं. बहिर्वर्ती ग्रह मध्यरात्रीं खस्वस्तिकीं दिसतात; ह्यावरून स्पष्ट सिद्ध होतें, कीं पृथ्वी ते ग्रह व सूर्य ह्यांच्या मध्यें आहे. तसेंच अंतर्वर्ती ग्रह सूर्याच्या बिंबावरून जातांना कधीं कधीं दिसतात; ह्यावरून हेंही स्पष्ट सिद्ध होतें, कीं, ते ग्रह सूर्य व पृथ्वी ह्यांच्यामध्यें आहेत. दृश्यमान गतीमध्ये जे विशेष सांगितले, ह्यावरून ही असें अनुमान होतें, कीं ते सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरतात. हास्तिदंताच्या गोटयांची एक कृतिम ग्रहमाला केली असते, व तिचे मध्यस्थानीं एक अचल गोटी बसविलेली असते. तें यंत्र फिरविलें असतां वर सांगितलेल्याप्रमाणेंच त्या गोटयांच्या गतींत प्रकार घडतांना दृष्टीस पडतो. ह्या यंत्रास इंग्रजींत आररी म्हणतात.

गुरु.—शुक्राचा तारा सकाळीं व संध्याकाळीं मात्र दिसतो. ह्या ताऱ्याची दृश्यमान गति कसकशी होते ह्याचा विचार करितांना तुला मोठी मौज वाटली असेल, नाहीं बरें?

विद्यार्थी.— प्रथमदर्शनीं ती गति चांगली लक्षांत येत नाहीं; पण आतां मला याची वास्तविक गति चांगली समजली आहे. ह्यास्तव त्या दृश्यमान गतीची उपपत्ति करावयाची कठीण वाटत नाहीं. कां सांगूं कां ती उपपत्ति? सूर्याचा व शुक्राचा संयोग दोन वेळ होतो. एकदां

तो सूर्याच्या पुढून जातो व एक वेळ तो त्याच्या मागून जातो. पहिल्या संयोगांस ऊर्ध्व संयोग ह्मणावें व दुसऱ्यास अधःसंयोग ह्मणावें. असो. अधसंयोग झाल्यावर सुमोरें दोन महिन्यांनीं शुक्राचा तारा संध्याकाळचा सूर्यापासून १९ अंशाच्या अंतरावर दिसूं लागतो. मग त्याचें अंतर वाढतां वाढतां ४७ अंशांपर्यंत वाढतें. नंतर तो सूर्याजवळ येऊं लागतो. तो येतां येतां त्यांच्यामध्यें १८ अंशांचे अंतर राही तोंपर्यंत जवळ येतो नंतर कांहीं थोडावेळपर्यंत तो मुळीं हलतांना दिसत नाहीं; म्हणजे त्याचा स्तंभ झाला म्हणतात. मग मागें तो जातोसा दिसतो; असें झालें म्हणजे तो वक्रीं आला असें म्हणतात. पुढें थोड्याच दिवसांनीं त्याचा अस्त होतो. तेव्हां तो सुमारें दीड महिना मुळींच दिसत नाहीं. दीड महिन्यानंतर तो पुनः पूर्वेस सकाळचा उगवून दिवसें दिवस सूर्यापासून दूर दूर जाऊं लागतो. ह्याप्रमाणें कितीएक वेळ घडल्यावर त्याचा ऊर्ध्व संयोग होतो. तो झाल्यावर तो पुनः संध्याकाळचा दिसूं लागतो. तो एकदां ज्या ठिकाणीं दिसतो, त्याच ठिकाणीं पुनः दिसावयास १८ महिने लागतात.

गुरु.—ह्या प्रसंगीं इतकें पुरें. आतां तुला मी आणखी बसवीत नाहीं. पुनः एखाद्या वेळीं गुरुत्वाकर्षण कसकसे घडतें, त्याची उपपत्ति व खचक्राच्या दृश्यमान गतीची वगैरे कारणें व ओहोटी भरती कशीं होतात तें, ह्या विषयांची तुझी मी परिक्षा घेईन. असो, तुला जें मीं ज्योतिषशास्त्राचें लहान पुस्तक दिलें होतें, ते त्वां चांगलें लक्ष्य लावून वाचलें, व तें तुला चांगलें स्पष्ट समजलें; हें पाहून मला फार संतोष झाला; व ह्या व्यासंगाबद्दल तुला शाबासकी दिली पाहिजे.

छापण्याची कला.

ठशांनीं अक्षरें छापण्याची युक्ति प्रथमतः युरोप खंडांत प्रकट झाली; पण ही युक्ति काढिली कोणी ह्याचा पक्का निश्चय होत नाहीं. ही कल्पना आमच्या शहरांत उत्पन्न झाली, ह्मणून ह्या खंडांतल्या पुष्कळ शहरांतल्या लोकांचा ह्या मानाविषयीं बहुत दिवस वाद चालला आहे; परंतु

हल्लीं बहुतांचें मन असें आहे, कीं हालंद देशांत हार्लेम नामक एक गांव आहे, तेथें ही युक्ति उत्पन्न झाली. असें सांगतात, कीं, ह्या गांवांत इसवी सन १४४० सांत लारेन्स कोस्तर ह्मणून गांवचा, एक अधिकारी होता. तो गांवाच्या शेजारी एक रान होतें, त्यारानांत एक दिवस बसला असतां, त्यानें बसल्या बसल्या झाडाच्या सालीचीं आपल्या नांवाचीं प्रथमाक्षरें सुरीनें सहज मौजेनें कापलीं. नंतर त्यानें तीं सालीचीं अक्षरें कागदावर ठेविलीं, आणि कांहीं वेळानें पाहतों तों त्यांवर दंव पडून ती खालच्या कागदावर उमटलीं, असें त्याच्या दृष्टीस पडलें हीं सहज घडलेली गोष्ट त्याच्या मनांत ठसून, ती पुनः दुसऱ्या रीतीनें आणखी करून पहावी, असें त्यांस वाटलें. मग त्यानें लांकडाची कांहीं अक्षरें तयार करून तीं चिकट पाण्यांत बुडवून कागदावर दाबलीं, तों तीं पहिल्यापेक्षां चांगलीं उमटलीं, असें त्याच्या दृष्टीस पडलें. पुनः लौकरच त्यानें शिशाचीं व जस्ताचीं अक्षरें करून आपल्या घरांत एक छापण्याचें यंत्र, ज्यास प्रेस म्हणतात, तें तयार केलें. ह्याप्रमाणें त्यानें ह्या उत्तम व परमोपयोगी कलेचा पाया घातला. ती कला काळगतीनें पुढें अधिकाधिक सुधारत जाऊन शेवटीं हल्लींच्या उत्तम दशेस येऊन पोंचली. असें सांगतात, कीं, ह्या कोस्तरापाशीं जान फास्तस ह्मणून एक चाकर होता, त्यानें ही युक्ति चोरून मेन्तज् म्हणून जर्मनी देशांत गांव आहे, तेथें नेली; व तेथच्या लोकांस, ह्यानेंच ही नवीन कला काढिली असें वाटून त्यास डाकतर (विद्वान) व मांत्रिक अशा पदव्या प्राप्त झाल्या. हीं कला उत्तरोत्तर सुधारून तिची योजना लोकांत ज्ञानाचा प्रसार करण्याकडे होऊं लागली; तेव्हांपासून मनुष्यांच्या स्थितींत मोठा भेद पडण्यास आरंभ झाला. मनुष्यास थोरपणा येण्यास मुख्य कारण ज्ञान आहे, व तें ज्ञान प्राप्त होण्यास पुस्तकें अवश्यक आहेत. पुस्तकें जर नसतील, तर तोंडच्या नुसत्या सांगण्यानें ज्ञान कितीसे पसरणार आहे; व आठवण धरून त्याचें काय संरक्षण व्हावयाचें आहे, हें थोडासा विचार केला असतां सर्वांचे लक्षांत येईल. लिपीची कल्पना निघाल्यानें पुस्तकें लिहिण्याची रीत उत्पन्न होऊन आठवण धरण्याचे पुष्कळ श्रम

कमी झाले, तथापि हातानें लिहून पुस्तकें किती तयार होणार आहेत? लिहिण्याची मेहनत फार असल्यामुळें तीं अर्थात महाग होईत, व महाग असल्यामुळें मोठे श्रीमंत जे असत, त्यांजवळ मात्र पुष्कळशीं पुस्तकें असत, ह्या कारणांमुळें जुन्या काळीं पुस्तकें थोडीं असत, व गरीबगुरिब्रांस पोटाच्या धंदा संभाळून विद्या करण्याची अगदींच सोय नसे. युरोपखंडांत आतां इतकी विद्या पसरली आहे; पण छापण्याची कल्पना निघण्याच्या पूर्वींच्या काळाचा त्या खंडाचा इतिहास पाहतां, असें समजतें, कीं त्या खंडांत ग्रीकलोक व रोमनलोक ह्यांचीं मोठालीं राज्यें होऊन गेलीं, त्या राज्यांत विद्या व कला बऱ्याच वाढल्या होत्या; परंतु जे लोक श्रीमान् असत, त्यांस मात्र विद्या प्राप्त होई; गरीब लोक अज्ञानीच असत; व पुढेंही तशीच स्थिती राहती; पण छापण्याच्या युक्तीनें पुस्तकें स्वस्त होऊन गरिबांस विद्या शिकण्याची सोय झाली. ह्या कल्पनेच्या योगानें पुस्तकें किती स्वस्त झालीं, हें सांगितलें असतां ऐकणाऱ्यांस मोठा विस्मय झाल्यावांचून राहणार नाहीं. जुन्या लेखांवरून असें समजतें कीं, युरोपखंडांतून बैबलाच्या हतानें लिहिलेल्या पुस्तकास चार हजारांपासून पांच हजार रुपये पडत असत. तें बैबलाचें छापलेलें पुस्तक हल्लीं दोन रुपयांस मिळतें. पुस्तकें अशीं जर महाग राहतीं, तर युरोपियन लोकांत हल्लीं कितपत विद्या वाढती, ह्याचा तर्क करितां येईल. आतां आपल्या ह्या देशांत ग्रंथाची किंमत इतकी उतरली नाहीं, तरी पुष्कळच उतरली आहे, आणि इकडे, खिळ्यांत बारीक ठशांनीं जर ग्रंथ छापतील, व पुष्कळ प्रती जर काढतील तर पुस्तकें पराकाष्टेचीं स्वस्त होतील ह्यांत संशय नाहीं. तसेंच हातानें पुस्तकें लिहिण्याची चाल होती, त्यावेळीं ग्रंथ फार संक्षिप्तपणें लिहीत, व ह्यामुळें ते दुर्बोध होऊन त्यांपासून विद्याप्रसार व्हावा तितका होत नसे. तसेंच कोणी मोठाच पंडित असला तर त्याचा मात्र ग्रंथ प्रसिद्धीस येई. ह्याकरितां लहानसहान विद्वानांस एकादी चांगली गोष्ट सुचली तरी ती लिहिली जात नसे. इत्यादि बहुत गोष्टी विद्यावृद्धीस प्रतिकूल

होत्या. छापण्याची युक्ति निघाल्यामुळें युरोपखंडांत विद्या, कलाकौशल्य वगैरे वाढलीं आहेत, व ही कला मनुष्यास हरएक प्रकारें उत्तमावस्थेस आणण्यास जितकी उपयोगीं पडली आहे, त्याचा शतांश सुद्धां दुसरी कोणती गोष्ट पडली नसेल. छापण्याची युक्ति न निघती, तर वर्तमानपत्रें व नियमितकाळीं निघणारीं पुस्तकें वगैरे कधीं न होतीं; हें तर स्पष्टच आहे. हल्लीं पृथ्वीवर एका महिन्यांत जितके कागद छापले जातात, तितके हातानें लिहावयाचे असते, तर कोट्यावधी मनुष्यें लागती असें म्हणण्यास कांहीं चिंता नाहीं. विद्या, स्वातंत्र्य, सौजन्य संपत्ति, इत्यादि उत्तम गोष्टी उत्तरोत्तर वाढत जाऊन मनुष्यमात्राचें सुख अधिकाधिक व्हावें, ह्या उद्देशानें परमेश्वरानें ही अप्रतिम व अत्युत्तम कला ह्या लोकीं पाठविली असें मानून त्याचे मोठे उपकार मानिले पाहिजेत; व यदृच्छेनें घडलेल्या व क्षुल्लक दिसणाऱ्या गोष्टींपासून तो केवढाले अद्भुत व अचिंतनीय परिणाम घडून आणितो, हें पाहून त्याचें अगाध चातुर्य मनांत आणिलें पाहिजे.

खलाशाचें होकायंत्र.

(सत्ताविसावी आकृति पहावी)

होकायंत्र पुष्कळांनीं पाहिलें असेल. हें करावयाचें फार सोपें आहे. ह्या यंत्राचे मुख्य भाग म्हटलें म्हणजे एक वाटोळी गंजीफ एका करंड्यांत बसविली असते; व तीवर दिशा मांडिलेल्या असतात. त्या गंजिफेच्या मध्यभागीं बारीक टोंकावर पोलादाची एक काडी तिच्या मध्यभागीं खळी करून ती अलगत ठेविली असते. ती काडी लोहचुंबकास घांसली असते, तेणेंकरून तिचें एक टोंक सर्वकाळ उत्तरेकडे होतें. त्या यंत्राच्या योगानें दिशा समजतात. हें यंत्र मुख्यत्वेंकरून गलबतांवर अत्यंत उपयोगीं पडतें; कारण समुद्रांत चोहोंकडे पाणी असल्यामुळें दिशा ओळखत नाहींत.

हें यंत्र इतलीदेशीं कार्पेनियाप्रांतीं फ्लावियोगियो या नांवाचा कोणी पुरुष होता, त्यानें इसवी सन १३०२ मध्यें मुळीं काढिलें, असें युरो-

पांत सामान्य मत आहे, व **इतली** देशचे ग्रंथकार हें मत खरें आहे, असें म्हणतात; परंतु कितीएक ग्रंथकारांचें मत असें आहे, कीं **वेनिस** शहरचा राहणारा **मार्कस पालस** म्हणून कोणी मनुष्य होता, तो इसवी सन १२६० त **चीन** देशांत गेला होता, त्यानें त्या देशांतून ही युक्ति **युरोपांत** आणिली. **फ्रेंच** लोकांचें म्हणणें असें आहे, कीं **युरोपांतील** सर्व देशचे लोक होक्यावरील उत्तर दिशा दाखविण्याकरितां " प्लुर दिलीस " (कमळाचें फूल) हे फ्रेंच शब्द योजितात, ह्यावरून **फ्रेंचांनीं** ही कल्पना काढिली. आतां **युरोपांतील** बहुतेक लोक ह्या यंत्रास कंपास असें म्हणतात, व तो शब्द मुळचा इंग्रजी आहे; ह्यावरून इंग्रज लोक म्हणतात, कीं हें यंत्र मुळीं आमच्या देशांत उत्पन्न झालें. ह्याप्रमाणें ह्याच्या उत्पत्तीच्या मानाविषयीं वाद आहे. आतां हें यंत्र कोणत्याही लोकांत उत्पन्न होवो, किंवा कोणत्याही काळीं उत्पन्न होवो. इसवी सन १४२० (म्हणजे छापण्याची युक्ति निघण्याच्या कांहीं आधीं) ह्याच्यापूर्वीं **युरोपच्या** गलबतांवर होकायंत्रें नसत, इतकी गोष्ट खचित आहे.

हें यंत्र प्रसिद्धीस आल्यापासून पृथ्वीवरच्या समुद्रकिनाऱ्या न किनाऱ्याचा धीट खलाशांनीं थांग लाविला, व अत्यंत दूरदूर देशांचें सुद्धां नियमानें दळणवळण होऊं लागलें. पृथ्वीवर जे मोठे मोठे निरानिराळे देश आहेत, तेथील लोकांस गलबतांत बसून परदेशीं जाण्याचे प्रसंग जसजसे कमी जास्त आहेत, त्याप्रमाणें त्या लोकांत, विद्या कलाकौशल्य रीतीभाती, राज्यव्यवस्था इत्यादि वाईट किंवा बरीं आहेत. **चीन** देशचे लोक हुशार आहेत; पण त्यांचें ज्ञान जें आहे, तें आहे, वाढत नाहीं. ह्याचें कारण हेंच नव्हे काय? कीं ते लोक गलबतांत बसून परमुलखीं अगदीं जात नाहींत हें? आतां **जपानचे** व **मलया** येथचे लोक पहा बरें. ते लोक **एशिया** खंडांतल्या इतर सर्व लोकांपेक्षां धीट व छातीदार दिसतात; ह्याचें कारण हेंच, कीं ते लोक गलबतांत बसून पूर्वेकडील सगळा महासागर फिरले आहेत; व त्या सागरांतील बेटें त्या लोकांच्या वस्तीनें हल्लीं भरलीं आहेत. **आफ्रिका** खंडचे लोक पहि-

त्यापासून जसेच्यातसे अज्ञानीच आहेत, ह्याचें तरी दुसरें कारण काय आहे? कांहीं नाहीं. त्या लोकांत गलबतांत बसून इतर देशांत जाण्यायेण्याची वहिवाट नाहीं. कारण त्या खंडाच्या किनाऱ्यांस चांगलीं बंदरें वगैरे नाहींत. तसेंच **युरोप** खंडांतले लोक इतके हुशार होण्याचें व त्यांत विद्या कला इतक्या वाढण्याचें एक कारण निःसंशय हें होय, कीं त्या खंडांत समुद्राचे फांटे बहुत गेले आहेत, व तेणेंकरून त्या लोकांस गलबतें फिरवण्याची सोय असल्यामुळें व प्रसंग असल्यामुळें नौकानयनकलेचें उत्तम ज्ञान त्यांस प्राप्त झालें आहे. हें होकायंत्र इसवी सन १४२० च्या सुमारें प्रसिद्धीस आलें, व पुढें लौकरच **कोलंबस** विख्यातीस आला; आणि तेव्हांपासून पुढें **यूरोप** खंडाच्या लोकांनीं **अमेरिका** खंड, त्याचीं बेटें, **न्यूहालंड,** व शेंकडों दुसरीं बेटें, शोधून काढिलीं. किंबहुना मनुष्यांस तेव्हांपासून एक नवें जगच सांपडलें, असें म्हटल्यास कांहीं बाध नाहीं. **अमेरिका** खंडांत **युरोपियन** लोक जाऊन राहिल्यानें एक नवें **युरोप** खंडच निर्माण झालें, असें म्हटलें पाहिजे; व **युरोप** खंडांतल्या, **आफ्रिका** खंडांतल्या व **एशिया** खंडांतल्या सुधारलेल्या लोकांत प्राचीनकाळीं भूमध्य समुद्रांतून जसें हमेशा दळणवळण चालत असें, तसें हल्लीं **अत्लांतिक** महासागरांतून चालू झालें आहे. ह्या सर्व गोष्टींस होकायंत्र एक मोठें कारण नव्हें काय?

पण नौकागमन कलेपासून लोकवृद्धि व ज्ञानवृद्धि होण्याचा इतवर्यांतच कळस झाला कीं काय? अगदीं नाहीं. आजपर्यंत जे चमत्कार झाले, ह्यापेक्षां मोठमोठे चमत्कार पुढें व्हावयाचे आहेत, ह्यांत संशय नाहीं. जो **अत्लांतिक** महासागर प्राचीन काळच्या **ग्रीस** देशांतल्या व **फिनिशिया** देशांतल्या खलाशांस अमर्याद वाटत होता, त्याच्या किनाऱ्यानकिनाऱ्याचा शोध **युरोपच्या** खलाशांनीं लावून टाकिला आहे; पण ते इतकेंच करून थांबले नाहींत. तर त्यांनीं **हिंदी** महासागर **पासिफिक** महासागर, **उत्तर** महासागर, वगैरे निरनिराळ्या नांवांनीं एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत पसरलेला जो जलाचा अफाट विस्तार आहे, व ज्याचा **अत्लांतिक** महासागर हा उगीच एक फांटा होय, तो जलविस्तार

धुंडाळण्याचें काम चालविलें आहे. **अमेरिकेंतील** खलाशी जलानें आच्छादित जें दक्षिणगोलार्ध त्याचें उल्लंघन करून चुकले आहेत; **एशिया** खंडांतल्या आग्नेयीकडे जीं पुष्कळ बेटें आहेत, व ज्या सर्वांचा एकंदर विस्तार पृथ्वीच्या पंचमांशाबरोबर आहे, त्या बेटांत **ब्रिटन** लोकांनीं वसाहत करण्यास आरंभ केला आहे. व **न्यूहालंद** नामक जें मोठें बेट आहे, व ज्यासारखा रमणीय प्रदेश सगळ्या पृथ्वीभर दुसरा आढळत नाहीं, तें बेट थोड्याच काळांत विद्याचाराच्या शिखरास चढेल, अशीं चिन्हें आतांच दिसूं लागलीं आहेत. **पासिफिक** महासागरांत **ओताहीत पिलू** इत्यादि नांवाचे पुष्कळ ओसाड टापू आहेत, तेथें **युरोप**चे लोक आपल्या देशची विद्या, कला घेऊन जाऊन तेथें वसाहत करून राहिले असतां, ज्या स्थळीं सध्यां गवत व रानझाडें वाढलीं आहेत, तींच स्थळें, कांहीं दिवसांनीं तेथें मोठालीं शहरें वसून, व मोठमोठ्या हवेल्या उठून त्यांनीं झांकून जातील. खाड्यांच्या किनाऱ्यांवर हल्लीं ताडामाडांची गर्दी दिसत आहे, त्याच खाड्यांत मोठमोठ्या जहाजांच्या डोलकाठ्यांची गर्दी दृष्टीस पडूं लागेल. ज्या डोंगरांस अद्यापि कुदळीचा स्पर्श झाला नाहीं, त्यांस खाणी पाडून त्यांतून लोक सोनें वगैरे धातू व संगमरवरी दगड काढूं लागतील; तसेंच जवळच्या समुद्राच्या तळचीं मोतीं हल्लीं जीं गाळांत लोळत पडलीं आहेत, तीं वर येऊन नवीन शहरांतल्या स्त्रियांच्या लावण्यास विशेष शोभा देऊं लागतील; सारांश पुढें असा एक दिवस येईल, कीं **युरोप, एशिया, आफ्रिका** आणि **अमेरिका** येथील लोकांस, जे प्रदेश आहेत कीं नाहींत, ज्यांची वार्ता देखील आज नाहीं, त्या प्रदेशचे लोक आपली सर्व गोष्टींविषयीं बरोबरी करितात असें त्यांच्या त्या दिवशीं दृष्टीस पडेल. मागल्या धड्यावरून व ह्या धड्यावरून असें एक तात्पर्य निघतें, कीं सृष्टपदार्थांच्या आंगांतले गुण जे अज्ञान्यांस क्षुल्लक वाटतात व ज्यांस पाहून विद्वानास चमत्कार मात्र वाटतो, तेच गुण कल्पक पुरुषांच्या नजरेखालीं आले असतां, त्यानें त्यांची योग्यस्थळीं उत्तम प्रकारें योजना केल्यापासून केवढालीं अद्भुत कार्यें उत्पन्न होतात, व जगाचें केवढें कल्याण होतें, हें सूज्ञानीं लक्ष्यांत आणावें; व त्यांनीं

सृष्टींत पदार्थांचे गुण जाणण्याचा व त्यांची योग्य योजना करण्याचा छंद मनुष्यास लागणें, हें देशाच्या उत्कर्षास किती आवश्यक आहे, ह्याचाही विचार करावा.

प्राण्यांच्या अवयवरचनेचा आणखी विचार, मासे आणि कीटक.

माशांच्या अवयवरचनेचें व त्यांच्या शरीरव्यापारांचें जितकें ज्ञान झालें आहे, तितक्यांवरून पाहतांना त्यांची बाह्य रचना व अंतररचना ह्या त्यांचे पाण्यात जीवन होण्यास फारच सोईच्या आहेत, असें स्पष्ट दिसतें. त्यांचा आकार पुढें बारीक व मध्यभागीं जाड असा केला आहे; तेणेंकरून त्यांस पाणी सहज तोडतां येतें, हें कोणाच्याही मनांत सहज आल्यावांचून राहणार नाहीं. त्यांच्या कुशींस पंख असतात, त्यांच्या योगानें त्यांस पाण्यांत शरीर तोलून धरितां येतें, व शेपटीनें पाणी तोडून पुढें जातां येते. त्यांच्या पोटाखालींही पंख असतात, तेही व्यर्थ नाहींत. कारण त्यांच्या शरिराचा गुरुत्वमध्य पाठींजवळ असतो; ह्यास्तव त्यांच्या पोटाखालीं पंखाचें वजन नसतें, तर त्यांची पाठ खालीं होऊन ते उताणे तरूं लागते.

पण त्यांच्या शरिरांच्या कांहीं भागांचा उपयोग विशेष सूक्ष्मपणें विचार केल्यावांचून चांगला लक्ष्यांत येत नाहीं. त्यांच्या मानेच्या दोन्ही बाजूस दोन छिद्रें असतात, व त्या छिद्रांस त्वचेचे लोंबते पडदे असतात. ह्या छिद्रांनीं मासे श्वासोच्छ्वास करितात. ती क्रिया करण्याचा प्रकार असा कीं, ते आपल्या तोंडांत पाणी घेऊन अशा जोरानें मागें फेकितात कीं त्या जोरानें पडदे मागें सरून त्या छिद्रांत पाणी जाते, व हें पाणी बाहेर येतांना त्यांतला सर्व किंवा निदान बहुतेक वायू मागें राहतो आणि तो शरिरांत जाऊन प्राणिक्रियेच्या उपयोगीं पडतो. त्यांच्या पोटांत पाठीच्या कण्यास लावून वायूची एक पिशवी असते, तिच्यायोगानें त्यांस आपल्या शरिराचें विशिष्टगुरुत्व जास्ती किंवा कमी करून पाण्यांत खालीं जातां किंवा वर येतां येतें. खालीं बुडी मारावी असें त्यांस वाटलें म्हणजे पो-

टातल्या स्नायुंनीं ते ती पिशवी दाबितात; ह्मणजे त्यांचें शरिरांचें महत्व कमी झाल्यानें तें पाण्यापेक्षां जड होऊन खालीं जातें. वर यावें असें वाटल्यास, ते स्नायूंचा दाब ढिला करितात; म्हणजे शरीर पुनः फुगतें व तेणेंकरून तें पाण्यापेक्षां हलकें होऊन तरंगून वर येतें. ज्या माशांच्या आंगांत वायूच्या पिशव्या नसतात, त्यांस वर येण्याचें साधन नसतें; ह्यास्तव तसल्या जातीचे बहुतेक सर्व मासे नेहमीं पाण्याच्या तळाशींच राहतात. त्यांपैकीं कांहीं जातीच्या माशांस उरावर लांब लांब पंख असतात, त्याच्या योगानें त्यांस वर येतां येतें. पांखरांस वायूंत जाण्यास त्यांचें पंख जसे उपयोगी पडतात, तसेंच असल्या माशांचे पंख त्यांस पाण्यांतून फिरावयास उपयोगीं पडतात.

कीटक—कीटकांत कोळी, ढेंकूण वगैरे कांहीं थोड्या जातींच्या प्राण्यांस पंख नसतात, व तसल्या जातींचीं पिलें आंड्यांत प्रायः पूर्ण होऊनच निघतात. त्या तसल्या अपक्ष जातीखेरीजकरून बाकीच्या सर्व जातींच्या कीटकांस सगळ्या जन्मांत निरनिराळ्या काळीं एका मागून एक अशीं तीन भिन्न भिन्न रूपें प्राप्त होतात. तिसरी अवस्था पूर्ण अवस्था होय; ती प्राप्त झाल्यावर ते फार दिवस वांचत नाहींत; ह्यास्तव ते जीं आंडीं घालितात, तीं फुटावयाच्या आधींच ते मरून गेल्यामुळें त्यांचीं पिलें बहुतकरून पहावयास त्यांस सांपडत नाहींत; ह्याकरितां चतुष्पद प्राण्यांसारखें **देवानें** त्यांच्या आंगांत दूध उत्पन्न केलें नाहीं व पांखरांप्रमाणें आंड्यावर बसण्याची बुद्धिही त्यांस दिली नाहीं; तर त्यानें कांहीं चमत्कारिक ज्ञान त्यांस दिलें आहे, त्याच्या योगानें ते त्या पिलांस मानवेल असेंच भक्ष्य शोधून काढून तें एकाद्या योग्य ठिकाणीं जमवून त्या ठिकाणीं आपलीं आंडीं घालितात. हें भक्ष्य प्रायः त्या किड्यांच्या स्वतःच्या भक्ष्यापेक्षां अगदीं निराळें असतें. कांहीं जातींचे कीटक झाडांच्या खालीं आपलीं आंडीं लावून ठेवितात, कांहीं कीटक पानांत तीं खोचून ठेवितात; कांहीं किडे लहान घरें करून त्यांत आळ्या किंवा दुसऱ्या जातीचे किडे भरून ठेवून त्या घरांत आपलीं आंडीं घालितात,

व आंत ठेविलेल्या आळ्या आंडीं फुटून आंतून पिलें निघावयाच्या सुमारास त्यांस खावयास उपयोगीं पडतील अशा होतात; कांहीं कीटक आपलीं आंडीं मोठाल्या प्राण्यांच्या पोटांत जाऊन तेथें फुटतील, अशा ठिकाणीं लावितात, कांहीं कीटक तीं पाण्यांत घालितात; पण स्वतः ते कीटक पाण्यांत क्षणभर सुद्धां वाचावयाचे नाहींत. सर्व जातींच्या कीटकांचीं आंडीं फुटलीं म्हणजे त्यांपासून प्रथमतः आळ्या किंवा सुतें निघतात. ह्या प्राण्यांचीं शरिरें लांब लांब असून त्यांवर मऊ व कोमळ अशी त्वचा असते; व त्यांस वळ्या वळ्या असतात. ह्या अवस्थेंत कितीएक कीटक कांहीं महिने राहतात; कितीएक वर्ष वर्ष राहतात; किती दोन वर्षें किंवा तीन वर्षें सुद्धां राहतात. ह्या अवस्थेंत ते फार खादाड असतात. कधीं कधीं ते इतकें खातात, कीं सगळ्या दिवसांत किड्यानें खाल्लेलें एकंदर भक्ष्य तोलिलें असतां त्याच्या शरीराच्यापेक्षां अधिक भरतें. त्यांची वाढ पूर्ण झाली म्हणजे, त्यांस पुढें जी कोशावस्था प्राप्त व्हावयाची असते, ती भोगण्याकरितां, एकादी चांगली सोईची जागा पाहून तेथें जाऊन ते चिकटून बसतात. ही कोशावस्था प्राप्त झाली असतां, ते अगदीं पंगू होतात; त्यांस कोणी उपद्रव केला असतां त्याचें निवारण करण्यास किंवा पळून जाण्यास त्यांच्या आंगीं सामर्थ्य नसतें; ह्यास्तव ही अवस्था यावयाची झाली, म्हणजे ते एकाद्या गुप्त ठिकाणीं जाऊन लपून बसतात. सर्व प्राणिमात्राची काळजी वाहणारा जो **परमेश्वर**, तो किड्यांस योग्य स्थळीं आपलीं आंडीं घालावयास शिकवितो. कांहीं कीटक आपल्या पोटांतून सूत काढून ते आपल्या आंगाभोंवतालीं गुंडाळून घेतात; दुसरे कांहीं कीटक झाडांच्या पानांत जाऊन दडून बसतात; व पुष्कळ जातीचे कीटक जमिनींत आपणास पुरून घेतात. ही कोशावस्था प्राप्त होण्यास थोडे दिवस राहिले म्हणजे ते अगदीं खाईनातसे होतात, व फारच जवळ ती अवस्था आली म्हणजे ते आपले आंग एकदां अखूड करावें, एकदां लांब करावें, असें वारंवार करूं लागतात. असा तर्क चालतो, कीं आपल्या आंगचें मु-

ळचें कांतडें सुटावें म्हणून ते असें करीत असतील. ह्या अवस्थेंत ते जोंकाळपर्यंत असतात तोंपर्यंत अगदीं मेल्यासारखे दिसतात; पण वास्तविक म्हटलें असतां, त्यांच्या आंगीं जीव असतो. मग ही पंग्वावस्था समाप्त होण्याचा समय झाला, म्हणजे त्यांच्या आंगीं शक्ति येऊं लागते; व ती पूर्ण झाली म्हणजे ते आंगावरचें वेष्टन काढून टाकण्याविषयीं आंतून आंतून जोर करूं लागतात, व तें फुटल्यावर आंत पहावें, तों त्यांचें नवें शरीर पूर्ण झालें असतें; नंतर कांहीं वेळ त्यांचें आंग ओलसर असतें; व ते अशक्त असतात; पण लौकरच त्यांस वारा लागून त्यांचीं शरीरें वाळतात व त्यांचे पंख व पाठीची कवची हीं कठीण होतात. व ह्याप्रमाणें झाल्याबरोबर ते आकाशांत खुशाल जातात (अठ्ठाविसावी आकृति पहावी).

सृष्टींतले सजीव व निर्जीव पदार्थ पाहून त्यांचें वर्णन करणाऱ्या कोणी एखाद्या ग्रंथकारानें अशी गोष्ट लिहून जर प्रसिद्ध केली, कीं माझ्या पाहण्यांत असा एक प्राणी आला, कीं तो उत्पन्न होतांना सापासारखा होता, व पांच वर्षें तो त्या रूपानें राहून पुढें जमिनींत शिरून तेथें त्यानें आपल्या आंगांतून बारीक सूत काढून त्याचें पराकाष्ठेचें तलम असें वस्त्र विणून तें आपल्या आंगा भोंवतालीं लपेटून घेतलें. तेव्हां तो प्राणी **मिसर** देशांत प्राचीन काळचीं वस्त्रांत गुंडाळलेलीं प्रेतें आहेत, तसा दिसत होता. नंतर तीन वर्षेंपर्यंत अशा अवस्थेंत कांहींएक न खातां व अगदीं चलनवलन न करितां राहून, तीन वर्षें झाल्यावर एकेदिवशीं एकाएकी त्याच्या आंगाभोंवतालचें वेष्टन उकललें, आणि आंतून मोठा एक पक्षी निघून उडून गेला, तर हें अद्भुत वर्तमान ऐकून लोकांस केवढा विस्मय होईल, व केवढा चमत्कार वाटेल? ज्याच्या त्याच्या तोंडीं हीच गोष्ट होईल. वास्तविक पाहतां, कीटकाच्या जातींत नेहमीं ह्याचप्रमाणें गोष्ट घडते. भेद इतकाच आहे कीं, रूपांतरें ज्यास घडतात, ते प्राणी वर कल्पिलेल्या गोष्टींतल्या प्राण्या एवढे मोठे नाहींत. ही गोष्ट थोड्यांसच ठाऊक असेल, कीं आश्विन कार्तिकांच्या महिन्यांत फुलझाडांच्या फुलांवर जी अनेक चित्रविचित्र रंगांचीं फुलपांखरें उडतांना आ-

ढळतात, तीं दृष्टीस पडतात त्याच रूपानें मुळीं उत्पन्न झालीं नाहींत; तर उत्पन्न झालीं त्या वेळेस तीं आळ्यांच्या रूपानें किंवा सुरवंटाच्या रूपानें जन्मास आलीं होतीं. त्यांच्या मुळच्या स्वरूपांत व शेवटच्या स्वरूपांत कांहींच सादृश्य दिसत नाहीं. फुलपांखरूं पहावें, तर त्याची चंचलता किती! त्यास मूर्तिमती चंचलताच म्हटलें तर शोभेल. आतां पहावें, तों एका फुलावर मध शोषीत असतें, व दुसऱ्या क्षणीं पहावें तों पांच पंचवीस हात दूर जाऊन दुसऱ्या एकाद्या रमणीय रंगांच्या फुलावर बसलेलें दृष्टीस पडतें; जसें काय कोणी ह्मणेल, तेथें बसून आपला रंग सुंदर किंवा फुलांचा सुंदर हेंच पहात आहे. तिसऱ्या क्षणीं पहावें तों दूर तिसऱ्याच फुलावर थडकतांना दिसतें. ह्याप्रमाणें त्यावर नजर सुद्धां ठरत नाहीं. आणि आळी पहावी, तर ती फारच मंद; तिला वीतभर जावयास एक घटका लागते. हा प्राणी प्रथमतः आंड्यांतून बाहेर पडतो, त्यावेळेस त्यास १६ पाय असतात, व तोंडांत दातांच्या दोन कवळ्या असतात, त्यांनीं तो झाडांचीं पानें अधाशासारखीं एकसारखीं खात असतो. तसेंच त्यास बारा डोळे असतात, व ते इतके बारीक असतात, कीं ते नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहींत; मोठ्या शक्तीच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें पहावें, तेव्हां दिसतात. पण फुलपांखराचें रूप त्यास प्राप्त होतें, तेव्हां मुळच्या सोळा पायांपैकीं दहा पाय नाहीं तसे होतात, व बाकी सहा जे असतात, त्यांचें मुळच्या पायांशीं अगदीं सादृश्य नसतें. त्याच्या तोंडांतल्या दातांच्या कवळ्या जाऊन पीळदार सोंड येते, तिनें त्यास मधाचें शोषण मात्र करितां येतें. त्याच्या डोळ्याचा आकारही अगदीं बदलून जातो. त्याच्या मस्तकावर दोन लांब लांब शिंगें फुटतात, व पूर्वी बारा अदृश्य डोळे होते, ते जाऊन त्यांच्या जागीं आतां दोन मोठे डोळे दृष्टीस पडतात, व त्या डोळ्यांत निदान २०००० बहिर्गोलाकार पैलू असतात, व एकेक पैलू एकेक डोळ्याचें काम करीत असावा असा विद्वानांचा तर्क आहे. तसेंच ह्या दोन्ही अवस्थेंत ह्या प्राण्याच्या शरिराची अंतररचना सुद्धां निराळी असते. आळीच्या पोटांत मोटा पक्काशय असतो, आणि फुलपांखराच्या पोटांत पहावें, तों एक बा-

रीक दिसेनादिसेसा तंतूसारखा पक्वाशय आढळतो; व आंड्यांनीं भरले-ले असे दोन आशय सांपडतात. आळीच्या पोटांत आंडीं मुळींच नसतात, तर ज्याचें पुढें ती सूत काढिते, त्या चिकट द्रव्यानें भरलेल्या व; एकमेकीस दोरीच्या पेडासारख्या लपेटलेल्या मृदु नळ्या दृष्टीस पडतात. फुलपांखराच्या पोटांत नळ्या वगैरें कांहीं नसतें. ह्याचप्रमाणें दोन अवस्थांत ज्ञानतंतु वगैरे सर्व अवयव निराळे असतात व दोन्ही अवस्थांतले प्राणिव्यापार सुद्धां भिन्न भिन्न असतात. ह्या दोन अवस्थांचें साक्षात् पौर्वापर्य असत नाहीं; त्या दोहोंच्यामध्यें एक अवस्था त्यास प्राप्त होते म्हणून वर सांगितलें आहे. हीही अवस्था कमी चमत्कारिक आहे, असें नाहीं. हा प्राणी जेव्हां आळी असतो, त्यावेळीं तो पूर्ण दशेस येऊं लागला म्हणजे त्याच्या आंगावरील त्वचा कितीएक वेळ गळून पडते नंतर तो अगदीं पूर्ण दशेस येतो. मग रेशमी धाग्यानें आपणास एका पानास अडकवून घेतो. मग आणखी एक वेळ त्याची त्वचा उकलते, आणि आंतून आंडयाच्या आकृतीचा गोळा दिसूं लागतो. ह्या गोळ्यास बाहेरून तोंड किंवा डोळे वगैरे कोणताही अवयव दिसत नाहीं, व तो दिसण्यांत अगदीं मेल्यासारखा दिसतो. जिवंतपणाचें चिन्ह इतकें मात्र राहतें, कीं हात लाविला असतां तो उगीच थोडा हलतो. पुढें कांहीं दिवसपर्यंत असा मृतप्राय राहून शेवटीं त्याच्या वरचा कोश उकलतो. हा कोश सुमारें एक इंच लांब व पाव इंच रुंद असतो. आणि तेवढ्या कोशांतून फुलपांखरूं निघतें, त्याचें क्षेत्र सुमारें चार इंच असतें.

मिश्र पदार्थांचा आणखी विचार–मिश्रधातु आणि क्षार.

मिश्रधातु—धातूंच्या आंगीं रसायनरीत्या परस्परांशीं संयोग पावण्याची योग्यता आहे; तरी घनावस्थेंत असतां त्यांचा संयोग होत नाहीं. कारण त्या अवस्थेंत त्या प्रत्येकाच्या अवयवांत स्नेहाकर्षण फारच असतें, तें रसायनाकर्षणाचें कांहीं चालूं देत नाहीं; म्हणून दोहोंपैकीं एक धातूचा तरी रस करावा लागतो; म्हणजे त्या दोहोंमध्यें बळवत्तर रसायनाकर्षण असल्यास तेवढ्यानें त्याचें मिश्रण घडतें. ह्यास उदाहरण; जस्ताचा रस करून त्यांत तांब्याचे तुकडे टाकिले असतां, दो-

होंचा संयोग होऊन पितळ होतें. तसेंच पाऱ्यांत सोनें टाकिलें असतां तें त्याशीं मिळावयास वातावरणांत जितकी उष्णता असते, तितकी पुरते. सल्फ्युरिक आसिद ह्मणजे गंधकाचें आसिद आणि पाणी हीं पाहिजे त्याप्रमाणानें एकमेकांशीं मिळतात. तसें धातु हवे त्याप्रमाणानें एकमेकांशीं संयोग पावतात. ह्यास उदाहरण; तांबें व सोनें ह्या दोहोंपासून किती प्रकारचे मिश्र धातु होतील, ह्यास अंत नाहीं.

मिश्रधातूंचे मुख्य स्वाभाविक धर्म शुद्ध धातूंच्या सारखेच असतात. शुद्ध धातूंप्रमाणें ते अपारदर्शक असतात, त्याचप्रमाणें त्यांच्या आंगीं धातुप्रभा ही असते; व त्याचप्रमाणें ते उष्णतेचे व विजेचे उत्तम वाहक असतात; पण कांहीं गुणांनीं मिश्रधातु घटक धातूंहून भिन्न असतो. ज्या दोन धातूंपासून मिश्रधातु उत्पन्न होतो, त्या धातूंच्यापेक्षां त्याचा रंग कधीं कधीं निराळा असतो. ह्यास प्रसिद्ध उदाहरण पितळ होय. मिश्रधातु शुद्ध धातूंपेक्षां वहुतकरून कठीण होतो, व तसा झाल्यामुळें त्याच्या आंगीं स्थितिस्थापकपणा व नाद उत्पन्न करण्याची शक्ति हे गुण मूळ धातूंतल्यापेक्षां वहुतकरून विशेष होतात; पण ठोकून पत्रे होण्याची योग्यता व तार निवण्याची योग्यता हे गुण मूळ धातूंतल्यापेक्षां कमी होतात. आतां रस होण्याची योग्यता व आक्सिजन वायूशीं संयोग पावण्याचा गुण ही मिश्रधातूंचेठायीं विशेष होतात. मिश्रधातूंपैकीं कांहीं मुख्य मुख्य मिश्रधातु सांगतो. शिसें व कथील हीं समभाग घालून त्यांपासून जो मिश्रधातु उत्पन्न होतो, त्याच्या आंगीं त्या प्रत्येक घटक धातूपेक्षां रस होण्याची योग्यता अधिक येते, व कथलाचें काम करणारे व शिशाचें काम करणारे कासार ह्या मिश्रधातूंचें कस्तर करितात. बिस्मथ म्हणून एक धातु आहे, तो, तांबें व सुरमा, हीं थोडथोडीं कथलाशीं मिळविलीं असतां उत्तम प्रकारचें जस्त होतें. तीन भाग शिसें व एक भाग सुरमा, ह्यांपासून जो मिश्रधातु उत्पन्न होतो, त्याचे छापण्याचे खिळे करितात. तांबें व कथील ह्यांपासून कितीएक मिश्र धातु उत्पन्न होतात; त्यासर्वांस उत्तम प्रकारचा नाद असतो. शंभर भार तांबें व आठ दहा भार कथील एकत्र करून त्यांपासून कांसें उत्पन्न करितात, व कधीं दु-

सऱ्या धातूंची थोडथोडी मिसळ त्यांत घालितात; पण ती आवश्यक नाहीं. तोफा ज्याच्या ओतितात, तो धातुही कांशासारखाच आहे. ऐंशीभाग जस्त व वीस भाग कथील ह्यांच्या मिश्रणापासून जो धातु उत्पन्न होतो, त्याच्या घंटा करितात. कधीं कधीं ह्या धातूंत तांबें आणि कथील घालितात. मोठमोठ्या दुर्बिणींत धातूंचे पत्रे घोटून त्यांचे आरसे करून बसविले असतात, त्या धातूंत दोन भाग तांबें व एक भाग कथील असतें. सर्वोत्कृष्ट पितळ ह्मटलें, म्हणजे त्यांत चार भाग तांबें व एक भाग जस्त असतें.

क्षार—एखाद्या आसिदाचा नियमितप्रमाणें आल्कलीशीं किंवा दुसऱ्या तसल्याच पदार्थाशीं संयोग होऊन जो मिश्र पदार्थ होतो, त्यास रसायन शास्त्रांत क्षार असें पारिभाषिक नांव दिलें आहे. क्षारघटक आसीद व अल्कली किंवा दुसरा पदार्थ हीं प्रत्येक दोनदोन शुद्ध पदार्थांच्या संयोगानें उत्पन्न झालीं असतात. ह्यास उदाहरण "पोताशाचा सल्फ्युरेत" ह्या नांवाचा एक क्षार आहे. तो सल्फर ह्मणजे गंधक व आक्सिजन ह्यांपासून झालेलें आसिद आणि आक्सिजन व पोटाश ह्यांपासून झालेला आल्कली ह्या दोहोंच्या संयोगानें होतो. थोडीशी खेरीजकरून बाकीचीं सर्व आसिदें सर्व आल्कलींशीं प्रत्येकशः बहुतकरून दोन तीन प्रमाणांनीं रसायनरीत्या संयोग पावतात; ह्यावरून रसायन शास्त्रांत क्षारांचा वर्ग मोठा आहे. क्षारांचा गुण समजून घेण्यासारखे आहेत. बहुतेक सर्व क्षार घन ह्मणजे अप्रवाही असतात. त्यांचा रंग अनेक प्रकारचा असतो. जे क्षार पाण्यांत विरतात, त्यांस थोडीबहुत रुचि असते व जे विरत नाहींत, त्यांस रुचि नसते. बहुतेक क्षारांस वास नसतो. एका क्षारास मात्र पराकाष्ठेचा उग्र वास येतो; त्यास रसायनशास्त्रांत "अमोनियाचा कार्बोनेत" असें ह्मणतात, कार्बानिक आसिद व आमोनिया नामक आल्कली ह्यांच्या संयोगानें हा क्षार उत्पन्न होतो. हा पदार्थ पांढरा असतो व शैत्यानें डोकें जड झालें असता, ह्याचा वास घेतात ह्मणजे मस्तकांत त्याची वाफ शिरते. हा पदार्थ डाकतरखान्यांत पुष्कळ लोकांनीं पाहिला असेल, व त्याचा वासही घेतला असेल; असो. निरनिराळ्या क्षारांच्या आंगीं पाणी आपणाकडे ओढून

घेण्याची रसायनाकर्षणशक्ति निरनिराळी असते. नैत्रिक आसिद व चुना ह्यांपासून झालेला क्षार व माग्निशियानामक एक पदार्थ आहे, तो आणि नैत्रिक आसिद ह्यांपासून झालेला क्षार इत्यादि क्षार वातावरणांतला द्रवांश ओढून घेऊन पातळ होतात. दुसरे कांहीं क्षार असे आहेत, कीं त्यांच्या ठायीं पाण्याशीं रसायनाकर्षण तितकें बलवत्तर नाहीं; ह्यास्तव कोरड्या वायूंत ते ठेविले असतां कोरडेच राहतात; पण वायू ओला असला, तर मात्र ते ओलसर होतात; पण कांहीं क्षार असे आहेत; कीं वायूंत कितीही ओलावा असला तरी ते जसेचे तसेच कोरडे राहतात; त्यांस अगदीं ओलसरपणा येत नाहीं. तसेंच पाण्यांत विरण्याचा गुणही निरनिराळ्या क्षारांत निरनिराळा असतो. कांहीं क्षार त्यांपेक्षां वजनानें थोडया पाण्यांत सुद्धां विरतात, व कांहींकांस विरावयास त्यांपेक्षां वजनानें शेंकडोंपट अधिक पाणी लागतें; आणि कांहीं मुळींच विरत नाहींत. असा भेद होण्याचीं कारणें दोन दिसतात. एक त्यांच्या आंगचें पाण्याशीं रसायनाकर्षण व दुसरें त्यांच्या घटकावयवांच्या आंगचें स्नेहाकर्षण. पहिल्या गुणाचें विरण्याच्या गुणाशीं अनुलोम प्रमाण असतें; व दुसऱ्याचें प्रतिलोम प्रमाण असतें. म्हणजे पहिला गुण जसजसा अधिक, तसतशी पाण्यांत विरण्याची योग्यताही अधिक; व जसजसा दुसरा गुण अधिक, तसतशी ती योग्यता कमी. जे क्षार पाण्यांत विरतात, ते पाण्यांत विरल्यावर तें पाणी उष्णतेनें उडून गेलें असतां, त्या क्षारांच्या खालीं कांड्या जमतात, व त्या कांड्यांस जो निरनिराळा आकार असतो, त्यावरून ते निरनिराळे क्षार ओळखितां येतात. कितीएक क्षारांच्या कांड्या बनतांना कांहीं पाणी त्यांशीं रसायनरीत्या संयोग पावून तें त्यांचा एक घटकावयव होतें. ज्यांच्या कांड्यात पाणी असतें ते क्षार पाण्यांत विरूं लागले असतां, पराकाष्ठेची थंडी उत्पन्न होते; आणि कोणताही क्षार विरूं लागला तरी पाण्याच्या आंगची उष्णता थोडी बहुत कमी होतेच होते.

सगळ्या क्षारांत अत्यंत प्रसिद्ध व अत्यंत उपयोगी क्षार म्हटला म्हणजे खातें मीठ होय. ह्यास रसायन शास्त्रांत "रुचकाचा क्लोराइड"

असें म्हणतात. हा क्षार समुद्राच्या पाण्यांत मनस्वी असतो, त्यामुळेंच त्या पाण्यास खारट चव आली आहे. तसेंच जमिनीवरही अनेक ठिकाणीं कोरडें मीठ सांपडतें. **पंजाबांत** मिठाच्या खाणी आहेत. **इंग्लंदांत** मिटाच्या खाणी आहेत. **स्पेन** देशांत मिठाचा एक मोठा डोंगरच आहे. तो ५०० फुट उंच आहे व तीन मैल त्याचा घेर आहे, व तो जमिनींत किती खोल आहे, तें समजत नाहीं. ह्या मिठाच्या कांड्या घनाकृति असतात; ह्मणजे त्यांची लांबी, रुंदी आणि उंची ह्या अगदीं सारख्या असतात. मिठाची चव तर सर्वांस ठाऊकच आहे. एकपट मीठ विरण्यास आडीचपट पाणी लागतें, व तें पाणी थंड किंवा ऊन असलें तरी चालतें. तें वायूंत ठेविलें असतां ओलसर होत नाहीं. तें विस्तवावर टाकिलें असतां तडतड वाजून फुटतें. त्यास पुष्कळ तापविलें असतां, त्याचें पाणी होतें, व त्याहीपेक्षां अधिक तापविलें असतां उडून जातें; पण उडूनही गेलें, तरी त्याचें पृथक्करण होत नाहीं; घनावस्थेंत जे त्याचे रसायनधर्म असतात, तेच धर्म तें उडून गेलें, तरी त्याचे ठायीं राहतात.

विश्वांतील जड द्रव्याची एकंदर इयत्ता.

आपण ज्या भूगोलावर राहतों, त्याचा व्यास ८००० मैल आहे, व परिघ २५००० मैल आहे; ह्यास्तव ह्या गोळ्याचें एकंदर पृष्ठफळ सुमारें २००००००००० चौरस मैलांजवळ जवळ येतें. ह्या एवढ्या विस्ताराचें मनानें एकदम आकलन होण्यास अशक्य आहे. ह्याचे भाग करून क्रमानें एकेक भाग पाहिला असतां, एकंदरीचा सुमारवट ग्रह होईल. नेमस्त उंचीच्या डोंगराच्या माथ्यावर उभे राहून भोंवतालें पाहिलें असतां दर दिशेस ४० मैलांपर्यंत नजर पोंचते. ह्यावरून ८० मैल ज्याचा व्यास, व २५० मैल ज्याचा परीघ, एवढा प्रदेश एकदम दृष्टीस पडतो; व एवढ्या विस्ताराचें क्षेत्रफळ ५००० चौरस मैल होतें. आतां हा जो प्रदेश दिसतो ह्यांत स्थलभेदेंकरून कितीएक डोंगर, कितीएक सपाट मैदानें, शहरें, खेडीं नद्या, तलाव इत्यादि अनेक पदार्थ येतात; व हा प्र-

देश एककाळावच्छेदें करून नेत्रांनें किंवहुना मनानें पूर्ण ग्रहण करण्यास फार मोठा विषय झाला. ह्यापेक्षां मोठ्या विषयाचें ग्रहण त्यास करितां यावयाचें नाहीं. आतां हा प्रदेश फार मोठा व फार विस्तीर्ण आहे खरा; तथापि हा पृथ्वीच्या पृष्ठफळाचा केवळ चाळीस हजारावा एक वांटा झाला; ह्यास्तव एकामागून एक ह्याप्रमाणें असले चाळीस हजार प्रदेश पहावे, तेव्हां पृथ्वीच्या एकंदर पृष्ठभागाची बरोबर कल्पना येईल; व वरच्या एवढा एकेक प्रदेश पहावयास एकेक तास धरिला, व कोणी मनुष्य बाराही तास पृथ्वी पाहण्याकडे घालवितो, असें मानिलें तरी पृथ्वीचा सर्व पृष्ठभाग पहावयास ९ वर्षे आणि ४८ दिवस लागतील, व अशा धाईनें पाहिल्यानें सामान्य ज्ञान मात्र होईल, विशेष ज्ञान होणार नाहीं.

ही पृथ्वीच्या नुसत्या पृष्ठभागाची गोष्ट झाली; पण पृथ्वी हा भरींव गोल आहे, व त्या गोलाचें घनफळ २५९३३२८०५३५० इतके घन मैल आहे. ह्या एवढ्या प्रदेशांत किती जड द्रव्य भरलें असेल हें मनांत आणावें. ह्या द्रव्याच्या इयत्ते पुढें मोठमोठाले पर्वत देखील एखाद्या मोठ्या कृत्रिम गोलावर जसे वाळूचे कण तसे आहेत. पृथ्वी हा गोल पोकळ आहे व त्याच्या वरच्या कवचाची जाडी ५० मैल आहे, असें जर धरिलें, तर त्या कवच्याच्या आंत जो पोकळ प्रदेश राहिला, त्या प्रदेशांत त्या कवचाचें सारें द्रव्य व त्यावरील महासागर, महाद्वीपें, द्वीपें, ह्या सर्वांचें द्रव्य, ह्या दोहोंच्या एकंदरीच्या १३२ पट द्रव्य मावेल; परंतु कितीएक प्रमाणांवरून असें सिद्ध होतें, कीं पृथ्वी वर कल्पिल्यासारखी पोकळ नाहीं. ती वरपासून मध्यापर्यंत घन आहे असें नाहीं, तरी दोन तीनशे मैलपर्यंत आंत घन आहे, ह्यांत संशय नाहीं; ह्यावरून तिच्या आंगांत किती तरी जड द्रव्य असलें पाहिजे बरें ? व तें ज्यानें आपल्या सामर्थ्यानें उत्पन्न केलें तो ईश्वर केवढा थोर असला पाहिजे.

आतां आकाशकटाहांत जे मोठे मोठे ग्रह फिरत आहेत, त्यांचा शास्त्रदृष्ट्या विचार करूं लागलें, तर पृथ्वी इतकी मोठी आहे, तरी त्यांपुढें ती अगदीं तुच्छ दिसते. पहा, त्या ग्रहांतला एक ग्रह (शनि) पृथ्वीपे-

क्षां आकारमानानें सातशेपट मोठा आहे, व वजनानें फक्त नव्वदपट आहे व त्याच्या सभोंवतीं एक वलय आहे, तें एवढें आहे, कीं तें पृथ्वीपासून चंद्रापर्यंत पोहोंचेल; व दुसरा ग्रह (गुरु) इतका मोठा आहे, कीं तेवढ्या आकाराचा गोल करावयास पृथ्वी एवढाले गोल १२५० एकत्र करावे लागतील. पण तो वजनानें पृथ्वीच्या तीनशेंपट आहे ग्रहमालेंत जितके गोल आहेत, त्या सर्वांत एकंदर, पृथ्वी-शिवाय, जितकें जड द्रव्य आहे, तें पृथ्वींतल्यापेक्षां ४५० पट आहे. व त्याचें आकारमान पृथ्वीच्या २१०० पट आहे. तरी ह्या गणनेंत सूर्य व धूमकेतु हे धरिले नाहींत. एकट्या सूर्याच्या आंगांतलें जड द्रव्य त्याच्या भोंवतालच्या सर्व ग्रहांच्या आंगांतल्या जड द्रव्यापेक्षां ७५० पट आहे; व पृथ्वींतल्यापेक्षां सव्वातीन लक्षपट आहे. व त्याचें आकारमान पृथ्वीच्या तेरालक्षपट आहे.

पण ग्रहमाला सोडून नक्षत्रें ज्या प्रदेशीं आहेत, त्या प्रदेशांत जर दृष्टि नेली, तर तीस इतक्या दूर जावें लागतें, कीं त्या दूर अंतराचें आक्रमण करण्यास तोफेंतून सुटून अत्यंत वेगानें चालणाऱ्या गोळयास सुद्धां एक लक्ष वर्षें लागतील. असो. ह्या अमर्याद प्रदेशीं जे तारे दिसतात, ते प्रत्येक एकेक सूर्या एवढे विशाळ, व त्याप्रमाणें तेजःपुंज आहेत; व त्यां भोंवताली फिरणाऱ्या निरनिराळया ग्रहमाला असतील, ह्यांत संशय नाहीं. आपणास अत्यंत सन्निध जीं नक्षत्रें आहेत, त्यांचें सुद्धां अंतर आपणापासून कोट्यावधी मैल आहे; ह्यावरून इतक्या अंतरावरून दिसणाऱ्या त्या नक्षत्रांचें आकारमान फारच मोठें असलें पाहिजे. तीं आपल्या सूर्यापेक्षां लहान नाहींत, व त्यासारखींच स्वतः प्रकाशक आहेत, आणि त्यांपासून उपयोग होण्यास त्या भोंवताली ग्रहमाला नसल्या तर महाचतुर जो परमेश्वर तो त्यास इतके तेज वगैरे न देता. ह्यावरून ज्योतिष शास्त्रवेत्त्यांनीं असें अनुमान केलें आहे, कीं त्या प्रत्येक नक्षत्ररूप सूर्याच्या भोंवतीं कितीएक ग्रह व उपग्रह फिरत असावे; व त्यांस त्यापासून प्रकाश व उष्णता प्राप्त होऊन त्यांवरील प्राण्यांस सुखप्राप्ति होत

असावी. आकाश स्वच्छ असलें म्हणजे, त्यांत नुसत्या डोळ्यांनीं सुमारें एक हजार नक्षत्रें दृष्टीस पडतात; ह्यावरून आपली ग्रहमाला व सूर्य ह्यांतल्यापेक्षां एक हजारपट व आपल्या पृथ्वींतल्या पेक्षां एक अर्व बत्तीसकोटपट जडद्रव्य साधारण पहाणाऱ्यांस आकाशांत दिसतें; पण नुसत्या डोळ्यांनीं जीं नक्षत्रें दिसतात त्यांपेक्षां ऐशीं हजार पटीपेक्षां अधिक नक्षत्रें दुर्बिणींतून दिसतात. **डाकतर हर्शल** ह्यानें एक सर्वोत्कृष्ट व मोठी दुर्बिण केली होती; तींतून तो आकाश गंगेकडे पहात असतां, त्याच्या दुर्बिणींतून एकदम ९८८ पेक्षां अधिक तारे दिसत, व ते कितीएक मिनिटेंपर्यंत दुर्बिणींत ठरत; व एका पावतासांत त्याच्या दुर्बिणीच्या पुढून एक लक्ष सोळाहजार तारे जात. ज्योतिषांनीं असा हिशोब केला आहे, कीं उत्तमप्रकारच्या दुर्बिणीनें सर्व आकाश जर चांगलें पाहिलें, तर सुमारें दहाकोट तारे दृष्टीस पडतील; पण हे पुष्कळ सूर्य व त्यांच्या ग्रहमाला, मनुष्य दृष्टीच्या मर्यादेबाहेर अपार अंतरालांत जे सूर्य वगैरे गोल असतील, त्यांपुढें समुद्रापुढें जसा तुषारकण तशा आहेत असें मानिलें पाहिजे,

असा विचार मनांत करूं लागलें ह्मणजे चित्त विस्मयानें चकित होऊन स्तब्ध होतें; बुद्धि कुंठित होऊन पुढें चालत नाहीं. ह्या सर्व जड द्रव्याच्या गोलांचें नियमन परमेश्वर करितो. ह्या अपार विश्वांत जे अनेकविध पदार्थ व अनेकविध प्राणी आहेत, त्या सर्वांचे ठायीं तो नित्य विद्यमान आहे. त्याच्या इच्छामात्रेंकरून हा सर्व पसारा उत्पन्न झाला, व तोच आपल्या चातुर्यानें ह्या अचिंतनीय यंत्राचें भाग जुळून सर्व काळ चालवित आहे. असें विचार मनांत आले असतां **विधात्याचें** अद्भुत सामर्थ्य जाणून जो चकित होत नाहीं, व ज्याचें अंतःकरण भक्तिरसांतनिमग्न होत नाहीं, तो मनुष्य केवळ पशु हेाय, असें म्हटलें पाहिजे.

वाक्यांतले अलंकार.

व्यवहारांतल्या पदार्थांच्याठायीं बहुतकरून दोन गुण दृष्टीस पडतात.

एक गुण उपयोग व दुसरा गुण शोभा. ह्यास उदाहरण आपण हातांत वाचावयास पुस्तक घेतो; त्यापासून, तें पुस्तक असेल त्याप्रमाणें, आपणास उपयोगाच्या गोष्टी समजतात, किंवा उपदेश होतो; किंवा करमणूक होते; हा त्या पुस्तकाचा उपयोग होय; पण तें पुस्तक स्वच्छ असावें; त्याच्या वेष्टनाचा रंग चांगला असावा; त्यावर सुशोभित नक्षी असावी; त्याच्या पानांस सोनेरी मुलामा असावा; असें पुस्तक घेणाऱ्यास वाटतें; व तसल्या पुस्तकास तो किंमतही अधिक देतो; ह्याचें कारण काय? ह्या गोष्टींनीं पुस्तक अधिक उपदेश करितें किंवा अधिक माहिती करून देतें, असें नाहीं. तर ह्यागोष्टींनीं त्यास विशेष शोभा येते, व तेणेंकरून तें हातीं घेण्यास मनुष्याचें मन विशेष प्रवृत्त होतें. ह्याचप्रमाणें आंगावरील वस्त्रांविषयीं, खावयाच्या पदार्थांविषयीं, घराविषयीं व घरांतल्या सामानाविषयीं गोष्ट आहे. धोत्रांस वगैरे रेशमाचे किंवा कलावतूचें काठ, व पदर; आंगरख्यांचें गोंडे व मक्जी; खाद्य पदार्थांतले सुवास; घरांतल्या रंगित भिंती, सुरूचे खांब, व त्या मधल्या महिरपा; भांड्यांचे वगैरे सुरेख चित्रविचित्र घांट इत्यादि लक्षावधि गोष्टींकडे लक्ष दिलें असतां, असें सिद्ध होतें, कीं मनुष्यास शोभेचीं आवड फार आहे. आतां कितीएक पदार्थांत नुसती शोभाच असते; व कितीएक पदार्थ नुसते उपयोगीं मात्र असतात; असें दृष्टीस पडतें. तथापि त्या दोन्ही गुणांचा जितका संयोग होईल, तितका करावयाविषयीं शाहण्या व चतुर पुरुषांचा प्रयत्न सर्वकाळ चालला आहे. विलायतेंतून येणाऱ्या अनेक प्रकारच्या मालाकडे लक्ष दिलें असतां, आह्मी म्हणतो ही गोष्ट खरी, किंवा खोटी हें वाचणारांच्या सहज ध्यानांत येईल. असो.

आतां उपयोग व शोभा, हे दोन गुण इतर गोष्टींत जसे आढळतात तसे ते भाषणांत व लेखांत ही अढळतात. अर्थबोध होणें हा भाषणाचा व लेखाचा उपयोगांश होय; पण विचार केल्यास कांहीं भाषणें अशीं सांपडतील, कीं त्यांपासून अर्थबोध इतर भाषणांसारखाच होतो; परंतु तो होऊन त्यापासून मनोरंजनही होतें; ह्मणजे त्या भाषणांचे

ठायीं शोभा असते. उदाहरण. "तो गृहस्थ मोठा उदार आहे" व "तो गृहस्थ ह्यायुगींचा **कर्णच** आहे." ह्या दोन्ही वाक्यांचा अर्थ एकच आहे; पण पहिल्या वाक्यापेक्षां दुसऱ्या वाक्यापासून रंजन अधिक होतें, हें सर्वानुभवसिद्ध आहे. तसेंच "दुष्ट विषयांचें सेवन केल्यानें जें सुख होतें, तें फार थोडें होतें व दुःख फार मोठें होतें" ह्या वाक्यानें जो अर्थ समजतो, तोच अर्थ

"सुख पाहतां जावा पाडें" "दुःख पर्वता एवढें"

ह्या अमंगापासून मनांत येतो; पण अभंगानें तो अर्थ जसा खुलतो व मनांत ठसतो, तसा पहिल्या वाक्यानें खुलत व ठसत नाहीं.

ह्यावरून वाक्यांचे दोन भेद झाले; एक साधें वाक्य व एक शोभायुक्त वाक्य. वाक्यास शोभा आणणारा जो धर्म, त्यास अलंकार असें म्हणतात. कारण अलंकार ह्या शद्बाचा मुळचा अर्थ "शोभवणारा" असाच आहे. अलंकाराच्या योगानें एकीकडे चित्ताचें रंजन होत असतां मन प्रधान अर्थाचें ग्रहण सुखानें करितें, व त्या आनंदाचे नादांत प्रधान अर्थ चांगला व खरा आहे, अशी बुद्धी होते. जसें औषधांत साखर मिळविली असतां तिच्या गोडी खालीं औषधाचा कडूपणा किंवा तुरटपणा वगैरे अनुभवास नयेतां, मूळ औषधच गोड आहे, असें वाटतें; त्याप्रमाणें ही गोष्ट आहे. फारतर काय, बोलणारा किंवा लिहिणारा जर चतुर असला, तर तो आपल्या भाषणाच्या किंवा लेखाच्या रसानें दुर्बल अर्थ सुद्धां ऐकणाऱ्यास किंवा वांचणाऱ्यास सबळ आहे, असें भासवितो; मग मुळच्या खऱ्या गोष्टी खऱ्या, चांगल्या व सबळ करून तो दाखवील, ह्यांत आश्चर्य काय आहे? न्यायसभेंत दुसऱ्याच्या तर्फेनें भाषण करणारे वकील, उपदेश करणारे लोक, शिक्षक, पुष्कळ लोकांनीं वाचावीं ह्या बुद्धीनें पुस्तकें लिहिणारें गंथकार ह्यांस वाक्यास शोभा कोणत्या गुणांनीं येते, हें चांगलें समजत असल्यावांचून, त्या त्या कामांत त्यांस पूर्ण यश येत नाहीं.

वाक्यास शोभा आणणारे अलंकार पुष्कळच आहेत, व सर्वांचें वि-

शेष निरूपण करणें प्राय: अशक्य आहे; परंतु त्यांतील कांहीं प्रधान प्रधान अलंकारांचें ह्या धड्यांत संक्षेपेंकरून प्रतिपादन करितों. अलंकारांचे मुख्य विभाग दोन करितात. एक शब्दालंकार, व एक अर्थालंकार. वाक्यांतल्या ज्या विशेष शब्दरचनेपासून मुख्यत्वेंकरून चित्तरंजन होतें त्या शब्दरचनेस शब्दालंकार म्हणतात. शब्दालंकारांत मुख्य प्रकार दोन आहेत; अनुप्रास आणि यमक. एक, दोन, किंवा, तीन वर्णांची वारंवार आवृत्ति असली म्हणजे अनुप्रास होतो. जसें,

हस्तीनें धुतलें, जळीं बसविलें मालिन्यही नाशिलें,
लेणें तें पहिलें स्वकर्म वहिलें; तीरींच आरंभिलें;
शुंडाग्रें धरिलें धुळीस; भरिलें सर्वांग ही आपलें,
प्रायश्चित दिलें, तथापि नभलें, ज्याचें मन क्षोभलें.

वामन.

ह्या श्लोकांत "लें" ह्या अक्षराची आवृत्ति आहे; ह्यास्तव एथें अनुप्रासरूप शब्दालंकार झाला.

दोन तीन अक्षरें सन्निध असून, ज्या क्रमानें सन्निध असतील, त्याच क्रमानें त्यांची आवृत्ति असली म्हणजे यमक होतें. जसें;

कड्यावरूनिया उड्या प्रथम टाकूनी त्या गड्या.
गडे पशुप भेटती, तटतटां भुजीं आंगड्या
फुगोनि तनुफाटती; मणगटीं कडीं दाटतीं;
सुखें बहुत वाटतीं; विरह सिंधुतें आटतीं.

वामन.

ह्यास्थलीं पहिल्याचरणांत शेवटच्या दोन अक्षरांची आवृति, दुसऱ्या चरणाच्या अंतीं, व तिसऱ्याच्या शेवटच्या अक्षरांची आवृत्ति चवथ्या चरणाच्या अंतीं, आहे; ह्यास्तव येथें यमकालंकार आहे. ह्या अलंकाराचीं व मागल्यां अलंकारांचीं **वामन पंडित, मोरोपंत** वगैरे सर्व महाराष्ट्र कवींच्या ग्रंथांत हजारों उदाहरणें सांपडतील. ह्या अलंकारापासून चमत्कार वाटण्यास वाक्याचा अर्थ समजावा लागत नाहीं, नुस्त्या ऐकण्यानेंच

आनंद होतो, ह्यास्तव अज्ञानलोकांत ह्याची फारच चहा असते; विद्वान व रसिकजन ह्यांत ह्याचें तादृश महात्म्य नसतें. ते ह्यास गौण मानितात; तथापि अर्थ दुर्बोध न होतां सरस राहून जर शब्दालंकार काव्यांत आले तर त्यांहींकरून त्यास विशेष रमणीयता येते; ह्यांत संशय नाहीं.

प्रधान अर्थास शोभा आणणारा जो अर्थ त्यास अर्थालंकार ह्मणतात. वाक्याचा प्रधान अर्थ बहूतकरून रस असतो. भक्ति, दया, क्रोध, तिरस्कार, उपहास, गर्व, इत्यादि अनेकविध ज्या अंतःकरणवृत्ति त्या उत्कट झाल्या असतां, त्यांस रस ह्मणतात; व त्या वृत्ति चित्तांत उत्पन्न कराव्या, हा बहूतकरून कवीचा व वक्त्यांचा एक उद्देश असतो. ह्यास्तव अलंकार बहुतकरून त्या रसास अनुकूल होऊन त्याचा उत्कर्ष करीत असतात. जसें;

भीम ह्मणे **कुंतीला** ब्राह्मण समुदाय रडति कां पूस
त्यांचें दुःख हराया अग्नीला भार काय कापूस

मोरोपंत

ह्या आर्येंत **भीमास** अग्नीची उपमा व ब्राम्हणांचे दुःखास कापसाची उपमा गर्भित केली आहे. ह्या उपमा त्याचा आंगचा शौर्याभिमान परिपुष्ट करितात. तसेंच अग्नीस कापूस जाळणें जसें अतिसुलभ, तसें **भीमास** ब्राम्हणदुःख परिहार करणें अतिसुलभ असा अर्थ होऊन तो **भीमाचें** शौर्य दाखवून त्याची स्तुति करण्यास अनुकूल होतो. आतां सगळेच अलंकार रसोत्कर्ष करितात, असें नाहीं; तर कांहीं ठिकाणीं त्यांच्या योगानें वर्णनीय अर्थ विशेष मौजेचा होतो; इतकेंच कार्य होतें. जसें;

आंधि होता वाघ्या दैवयोगें झाला पाग्या.
मूळस्वभाव जाईना त्याचा एळकोट राहीना.

तुकाराम.

अथवा

तदितर खगभेणें वेगळाले, पळाले,
उपवन जलकेली जे कराया मिळाले.
स्वजन गवसला जो त्याचपाशीं नसे तो,

कठिण समययेतां कोणकामाशि येतो.

रघुनाथराय.—नलचरित.

ह्यावरच्या अभंगांत व त्याखालच्या श्लोकांत अर्थांतरन्यासनामक अलंकार आहेत; त्यांनीं ह्या स्थलीं कोणत्याही रसांचें पोषण होतें असें ह्मणतां येत नाहीं; तथापि त्याच्या योगानें वाक्यांस रमणीयता येते; हें सत्हृदयानुभवसिद्ध आहे. असो. ह्या प्रकारचीं दुसरीं पुष्कळ उदाहरणें सांपडतील.

अर्थालंकारांत मुख्य अलंकार उपमा होय. हीस मुख्य ह्मणण्याचें कारण हेंच, कीं हिच्या आधारानें पुष्कळ अलंकार झाले आहेत. कोणीएक कवीनें संस्कृतांत असें लिहिलें आहे, कीं उपमा हीच कोणी नटी म्हणजे सोंगें घेणारी स्त्री होय. ती नानाप्रकारचीं रूपें घेऊन काव्यरूप रंगमंडपांत दृष्टीस पडते. उपमेच्या आधारानें जे अलंकार होतात त्यांस उपमामूलक अलंकार म्हणतात. उपमामूलक अलंकार म्हटलें ह्मणजे, उपमा, रूपक, रूपकातिशयोक्ति, उत्प्रेक्षा, अपन्हुति, श्लेष, अन्योक्ति, दृष्टांत, अर्थांतरन्यास; असे पुष्कळ आहेत. त्यांपैकीं कांहींचें संक्षिप्त निरूपण करितो. दोन पदार्थांचें सादृश्य जेथें वर्णिलें असतें, तेथें उपमा अलंकार असतो. जसें; “ त्याचें अमृतासारखें मधुर भाषण ऐकून सर्व सभा तृप्त झाली ” ह्या वाक्यांत भाषणाचें व अमृताचें माधुर्यरूप गुणानें सादृश्य वर्णिलें आहे. कधीं उपमा शब्दांनीं स्पष्ट वर्णिली असते; व कधीं कधीं ती गर्भित असते. “ भीम ह्मणें कुंतीला ” इत्यादि जी आर्या मागें लिहिली आहे; तींत उपमा गर्भित आहे, स्पष्ट नाहीं. उपमान व उपमेय ह्यांचा जेथें अभेद वर्णिला असतो, तेथें रूपकालंकार होतो. जसें, तो मनुष्य केवळ यम आहे ” ह्या वाक्यांत मनुष्य व यम ह्यांचा अभेद वर्णिला. तसेंच;

शिशु पाळण्यांत घालुनि हालवितां, निजवितां सुखें जो जो
धात्री ह्मणती आईला अमृत रसाचि तो निघे मुखें जोजो

मोरोपंत.

ह्या आर्येंत दाया मुलास पाळण्यांत घालून त्यांस झोंप लागण्याकरितां तोंडानें जो, जो, जो असा शब्द काढितात, तो शब्द मुलाच्या आईस अमृत रसच वाटतो; असा त्या शब्दाचा व अमृत रसाचा अभेद वर्णिला आहे.

कितीएक अवयवांअवयवांचीं रूपकें केलीं असतां त्या स्थलीं सावयव रूपक होतें. जसें;

सरला सुकृताचा तंतू; आयुष्य तैला झाला अंतू;
माझिये हस्तीं व्यजन वातू; भीमरूपें उदेला.
तो झडपतां सत्वर गती, प्राण दीपक पंचज्योती
मालवोनि पडेल क्षिती गात्र पात्र पालथें.

मुक्तेश्वर—जरासंध वध.

ह्या ओव्यांत दिव्याच्या अवयवांचा व प्राण्याच्या अवयवांचा अभेद वर्णिला आहे. साधारण रूपकापेक्षां सावयव रूपक करावयास विशेष कल्पना लागते. उपमा, रूपक ह्यांच्यामध्यें भेद हाच, कीं उपमेंत सादृश्य वर्णिलें असतें, व रूपकांत अभेदच कल्पिला असतो. उपमेंतला वाक्यार्थ खरा असतो; रूपकांतला वाक्यार्थ खरा असत नाहीं; गर्भितार्थ मात्र खरा असतो. उपमेंतल्यापेक्षां रूपकांतलें सादृश्य विशेष स्पष्ट असावें लागतें इत्यादि दोन अलंकारांत पुष्कळ भेद आहेत.

रूपकातिशयोक्ति हा अलंकार रूपकाचाच एक भेद आहे. त्यांत व ह्यांत भेद इतकाच, कीं रूपकांत उपमान व उपमेय ह्या दोहोंचाही उल्लेख असतो. रूपकातिशयोक्तींत उपमेयाचा उल्लेख मुळींच असत नाहीं. उदाहरण

हरिच्या पुनः पुनः कां काड्या नाकांत घालिशी, शशका?
यशकाय पक्षिपतिचें येईल हे चारकरूनियां, मशका?

मोरोपंत. दुर्योधनाप्रत विदुराचें वाक्य.

ह्या आर्येंत उपमेय जे धर्मराज व दुर्योधन ह्यांचा उल्लेख मुळींच केला नाहीं. ह्या अलंकाराचें व रूपकालंकाराचें पर्यवसान सादृश्यातिशयाकडे आहे.

उत्प्रेक्षा व अपन्हुति हे अलंकार विद्यमान प्राकृत कवितांत फार ठिकाणीं अढळत नाहींत खरे. तथापि संस्कृतांत ते पुष्कळ आहेत, व तें प्राकृत ग्रंथांत येण्याचा संभव पुष्कळ आहे; म्हणून त्यांचें वर्णन येथें केलें आहे. उपमेयावर हे उपमानचकाय म्हणून जो संशय त्यास उत्प्रेक्षा म्हणतात; व उपमेयावर त्याच्या वास्तविक स्वरूपाचा अपलाप करून उपमानाचा आरोप करितात, त्यास अपन्हुती म्हणतात. जसें; युद्ध प्रसंगीं **राघोबादादाचें** तीर सोडतांना हस्तलाघव पाहून "हा काय दुसरा **अर्जुनच** आला असें फौजेस वाटलें." ह्या वाक्यांत उत्प्रेक्षा आहे; व **शाहूनें बाळाजी विश्वनाथास पुरंदरचा** किल्ला दिला, त्या प्रसंगीं असें वाक्य आहे कीं त्यानें किल्ला दिला नाहीं; तर आपल्या वंशजांच्या पायांत बिडी घातली" ह्यावाक्यांत अपन्हुति अलंकार आहे. ह्यांची पद्यरूप उदाहरणें.

सानुज सदार दुर्जन दुर्योधन खेचरेश्वरें धरिला.
जाणों क्षितिहृदयींचा साक्षात् कांटाचितो समुद्धरिला.

मोरोपंत. घोषयात्रा प्रकरण.

ह्या आर्येंत दुर्योधनावर पृथ्वीच्या हृदयांतल्या कांट्याची संभावना केली आहे. उत्प्रेक्षेंतलें उपमान बहुतकरून असत् असतें, हा तिच्या मध्यें व रूपकामध्यें एक भेद आहे. जसें दुसरा **अर्जुन** व पृथ्वीच्या हृदयांतला कांटा हीं उपमानें असत् आहेत; पण ह्या नियमास कितीएक ठिकाणीं अपवाद येईल.

सखिहस्तीं हस्त न **वृष, पांडव** हृदयांत सायकामारी.
क्रोधातें **भीम** गिळी, गरलातें जेवि काय **कामारी.**

मोरोपंत. सभापर्व.

कर्णानें दुर्योधनाच्या हातावर टाळी मारिली नाहीं; तर त्यानें **पांडवांच्या** हृदयांत बाणच मारिला; असें कल्पिल्यावरून ह्या आर्येच्या पूर्वार्धांत अपन्हुति रूप अलंकार आहे.

वाक्याचा किंवा त्यांतील शब्दाचा अर्थ दोहोंकडे लागत असला; म्हणजे श्लेष नामक अलंकार होतो. जसे;

तूं मलिन कुटिल नीरस जडहि पुनर्भवपणें हि कच साच;
धरिला शिरींहि नस्वप्रकृति गुण त्यजिसि नाम कच साच.

मोरोपंत. कचोपाख्यान.

ह्या स्थळीं कचनामक ब्राह्मणास जीं विशेषणें दिलीं आहेत, तीं केंसासही लागतात. साधारण कवि ह्या अलंकाराचा हवा तेथें प्रयोग करून आपल्या काव्यांस दुर्बोधता आणितात, व त्यांच्या ग्रंथांत एका शब्दाचे दोन अर्थ होत असतात, एव्हढयानेंच त्यांस व कितीएक अरसिकांस ते ग्रंथ मोठे चांगले वाटतात; पण सत्हृदय पुरुष तसले लेख पसंत करीत नाहींत; हें आमचेंच मत आहे, असें वाचणारांनीं समजूं नयें; तर मोठमोठ्या सूज्ञ ग्रंथकारांचेंही मत असेंच आहे. आतां ह्यावरून श्लेष कोठेंच उपयोगीं पडत नाहीं असें समजूं नयें. योग्यस्थलीं त्याची योजना केली असतां त्यापासून मोठा चमत्कार होतो. आपला अर्थ दोघांस दोन प्रकारें दाखवावयाचा आहे, तर त्या स्थलीं श्लेषापासून मोठा चमत्कार होतो. **नलाख्यानांत पंचनली प्रकरणीं रघुनाथ कवीनें सरस्वतीच्या** भाषणांत श्लेषाची योजना केली आहे, तेथें तो फारच शोभा देतो. तेथें दुसऱ्या अलंकारापासून श्लेषाचें कार्य न होतें. साधारण बोलतांना सश्लेश प्रसंगोचित भाषण केल्यास त्यापासून मोठा चमत्कार होतो. जसें कोणी एका गृहस्थाकडे दुसरा गृहस्थ सहज आला असतां, पहिला गृहस्थ चाकरास म्हणाला. अरे, ह्या गृहस्थास बसावयास पाट आण. त्यावर दुसऱ्या गृहस्थानें, नको, पाट कशास पाहिजे, भुई सपाटच आहे, असें सश्लेश उत्तर केलें. ह्या असल्या श्लेषापासून मौज वाटते.

ज्या स्थलीं प्रकृत गोष्टींचें वर्णन सोडून अप्रकृत गोष्टींचें वर्णन केलें असतें, व त्या अप्रकृत वर्णनावरून प्रकृत गोष्टीचा बोध होतो, तेथें अन्योक्ति नामक अलंकार होतो. ह्या अलंकारासच अप्रस्तुत प्रशंसा असें नांव कोठें कोठें दिलें आहे. उदाहरण,

द्वारीं मृगपति हस्तां- तून अहो वीर रायजी मुक्त

ती सेविजेल इतरें सिंहा वांचुनि कायजी मुक्ता.

मोरोपंत. ययातीचें आख्यान.

ह्या आर्येंत माझा अंगिकार करण्याची योग्यता आपणावाचून दुसऱ्यास नाहीं, असें **शर्मिष्ठा ययातीस** न बोलतां सिंहानें हत्तीच्या गंडस्थलांतून काढिलेलें मोती सिंहाखेरीज कोण घेईल? म्हणून अप्रस्तुत गोष्ट तिनें त्यास विचारिली, तसेंच

प्रेमें काक कुळासचि संतर्पायाशि आम्र पिकला जो,
त्याच्या गळा पडाया साहुनि अपमानकांन पिकला जो?

मोरोपंत.

ह्या आर्येंत हलक्यांस जवळ बाळगून त्यांचें पोषण वगैरे करणाऱ्या मूर्ख सधन पुरुषाकडे चिद्वानानें अपमान सोसून कशास चिकटून रहावें, हा अर्थ दाखवण्याकरितां, कोकिलाच्या अप्रकृत अर्थाचें वर्णन केलें आहे. गुप्तपणें एखाद्याची निंदा करावयास, किंवा एखाद्याचा मूर्खपणा त्याच्या तोंडानें त्याच्या पदरीं घालावयास ह्या अलंकारासारखा दुसरा अलंकार उपयोगीं पडत नाहीं. एकदा मूर्ख मनुष्य दुसऱ्या एखाद्या कपटी मनुष्याच्या नादीं लागून आपण रात्रंदिवस कष्ट करून दुसऱ्याचें हित करीत आहे, त्या मूर्खाची निंदा करावयाची असल्यास ह्या पुढील अभंगानें होते.

साखरेच्या गोण्या बैलाचिये पाठीं, तयाशीं शेवटीं करबाडें.
मालाचे पै पेटे वाहतातीं उंटें, तयालागी कांटे भक्षावया.

तुकाराम.

ह्याप्रमाणें अन्योक्तीचीं उदाहरणें ग्रंथांत जागोजागीं सांपडतात. अन्योक्तीनें ज्याचा मुर्खपणा त्याच्या तोंडानें त्याच्या पदरीं घालण्याचें उदाहरण **इसापनितींतली** पोट व अवयव ह्यांची गोष्ट कोणत्या प्रसंगीं कोणी कोणास सांगितली, हें त्या गोष्टीच्या तात्पर्यांत लिहिलें आहे, तें पहावें ह्मणजे लक्षांत येईल.

दृष्टांतालंकार व अर्थांतरन्यासालंकार हे कांहीं अंशीं सारखे आहेत. एखादा विशेष प्रकृतार्थ मनांत येण्याकरितां दुसऱ्या विशेष अप्रकृतार्थाचें

उदाहरण दिलें असतां, दृष्टांतालंकार होतो; व प्रकृत सामान्यार्थाचा बोध होण्याकरितां विशेष अप्रकृतार्थ सांगणें किंवा प्रकृत विशेषार्थ मनांत बिंबण्याकरितां अप्रकृत सामान्यार्थ सांगणें ह्यांस अर्थांतर न्यास म्हणतात.

उदाहरण.

काव्य करावें नचम्या वचकावें दूषितो परी लघूस.
कांसदन न बांधावें ? कीं त्यांत पुढें बिळें करिल घूस.

मोरोपंत.

ह्या आर्येंत एका विशेषार्थास दुसऱ्या विशेषार्थाचा दाखला दिला आहे, ह्यास्तव येथें दृष्टांतालंकार होतो. ह्या अलंकाराचीं उदाहरणें **मोरोपंता**च्या आर्यांत शेंकडों आहेत. दोन्ही प्रकारच्या अर्थांतरन्यासालंकारांचीं उदाहरणें वर दिलीं आहेत, त्यांवर त्या अलंकाराचें लक्षण बसवून पहावें. अन्योक्ति, दृष्टांत, व अर्थांतरन्यास ह्यांच्यामध्यें व उपमा व रूपक ह्यांच्यामध्यें भेद हाच, कीं दुसऱ्या दोन अलंकारांत सादृश्य मुख्य असतें च पहिल्या तीन अलंकारांत तें मुख्य असत नाहीं; तर तें गौण असून दुसरे कार्यास उपयोगीं पडतें. अन्योक्तींत प्रकृतार्थ दाखवण्याकरितां सादृश्य सांगितलें असतें; व दृष्टांत व अर्थांतर न्यास ह्यांत प्रकृतार्थ सिद्ध करण्याकडे त्याचें तात्पर्य असतें.

व्याजस्तुति ह्मणून एक प्रसिद्ध अलंकार आहे. वाक्यांत बाहेरून स्तुति असून आंतून निंदा असली, ह्मणजे व्याजस्तुति नामक अलंकार होतो. जसें; एखाद्या कृतघ्नाची निंदा कर्तव्य असतां " तुम्ही आमचे उपकार चांगले फेडिले " असें उपरोधी भाषण करितात. त्यास्थलीं व्याजस्तुति अलंकार जाणावा. तसेंच **दुष्यंत राजानें शकुंतलेचा** वचनाप्रमाणें अंगिकार न करितां, तीस परत जावयास सांगितलें; तेव्हां तीस राग येऊन ती त्यास ह्मणाली;

ह्मणे धन्यगा पुरुषोत्तमा; उत्तम असेचि रक्षिती नेमा;
कर्मसाक्षी अंतरात्मा तृप्त झाला याव्चनीं.

मुक्तेश्वर---शकुंतलाख्यान.

ह्या स्थळीं व्याजोक्ति स्पष्ट आहे.

कधीं कधीं कोणी एखाद्यानें वाईट काम केलें असतां, त्याचा दोष त्यावरून काढून आपणाकडे घेतो, त्या स्थळींही व्याजोक्ति होते, असें म्हणतात. जसें, कोणी एकानें दुसऱ्यास संकटकाळीं कृपा करून आपल्या घरीं पाळिलें असतां, तो त्या उपकारकर्त्याच्या घरांत उपद्रव करूं लागला. तेव्हां तो उपकारकर्ता त्यास म्हणतो " खरें; बाबा ! तुझा अपराध नाहीं; मी तुला घरांत पाळिलें, हा माझाच अपराध; त्या अपराधाची मला योग्य शिक्षा झाली. " एखादे वेळेस दुराग्रही मूर्खाशीं गाठ पडली असतां, तो कितीही युक्ति सांगितल्या तरी आपला आग्रह सोडीत नाहींसें पाहून त्यानें उगींच बसावें, म्हणून " महाराज, आपण म्हणतां हेंच खरें, " असें त्याचें म्हणणें दुसरा कबूल केल्यासारखें दाखवितो, त्या स्थळींही हाच अलंकार जाणावा.

प्रश्नालंकार म्हणून एक अलंकार आहे. त्याचें लक्षण असें, कीं बाहेरून वाक्य प्रश्नासारखें दिसावें; परंतु वास्तविक वक्त्यास त्या गोष्टीचा पक्का निश्चय असावा. जसें; " **कालिदासा**सारखा सुरस कवि दुसरा कोण आहे ? " ह्या वाक्यांत वक्त्यास दुसरा कोणि कवि आहे, कीं काय असा संशय नाहीं; तर दुसरा कोणी कवि **कालिदासा**सारखा नाहीं, असा त्याचा निश्चय आहे व हा दृढ निश्चय निर्भयपणें प्रश्न विचारल्यावरून सिद्ध होतो. तसेंच;

सकल ऐश्वर्य घेऊन भेटी पद्मा आली पायें लोटीं.
तो सभाग्य कीं अभाग्य सृष्टी काय ह्मणिजे सांगपा ?

मुक्तेश्वर. शाकुंतलाख्यान.

वस्तुस्थिती असेल तीपेक्षां फारच वर्णन केलें असतां, अत्युक्ति नामक अलंकार होतो. ह्या अलंकारांतला शब्दार्थ अगदीं मिथ्या असतो, तथापि श्रोत्यांस भ्रांति पडावी, असें वक्त्यांचें तात्पर्य असत नाहीं. उदाहरण. " असा पाऊस आपण जन्मांत पाहिला नाहीं " असें लोक वारंवार भाषण करितात. ह्या वाक्यांत अत्युक्तिरूप अलंकार आहे.

ह्यास्थलीं शब्दार्थावर बोलणाराचें तात्पर्य नसतें; तर फार मोठा पाऊस पडला, इतकाच त्याचा अभिप्राय असतो. ह्या अलंकाराचीं उदाहरणें संस्कृत व प्राकृत कवींच्या ग्रंथांत पुष्कळ सांपडतील.

एकापेक्षां एक अधिकाधिक गुणाचे पदार्थ क्रमानें वर्णिले असतां सार नाम अलंकार होतो. उदाहरण.

राया कुलार्थ पुरुष, ग्रामार्थ कुलही समस्त सोडावें.
ग्रामही देशार्थ, मही, आत्मार्थ, बुधें भलेंचि जोडावें.

मोरोपंत.

ह्या आर्येत पुरुष, कुल, ग्राम, देश, सर्व पृथ्वी व आत्मा, ह्या अधिकाधिक योग्यतेच्या वस्तूंचे क्रमें करून वर्णन केलें आहे.

विरुद्ध गुणन्यास म्हणून एक अलंकार आहे. ह्या अलंकाराचें लक्षण असें आहे, कीं परस्परविरुद्ध गुणांच्या पदार्थांचें एकत्र उद्भावन करून त्यांच्या मधला भेद व्यक्त करून दाखवावा. ह्या अलंकारानें प्रस्तुत वर्णनीय गोष्टीचा उत्कर्ष विशेष स्पष्टत्वेंकरून ऐकणाऱ्याचे मनांत ठसतो. जसें; वेणीसंहारनाटकांत **अश्वत्थामा कर्णाची** निंदा करीत असतां, आपण त्यापेक्षां जास्त श्रेष्ठ आहों, हें दाखवण्याकरितां आपलें व त्याचें एकत्र वर्णन करितो.

माझें शस्त्र तुझ्या परी न गुरुच्या शापें जळालें असे,
कीं सोडोनि रणा पलायन नमी त्वां आजि केलें तसें.
नाहीं सारथिच्या कुलीं जनमला; कीं निंद्य नाहीं जिणें,
दुःखाचा प्रतिकारकां करिनमी अस्त्रेंचि शास्त्राविणें.

परशुरामपंत.— वेणीसंहार नाटक.

तसेंच त्याच नाटकाच्या दुसऱ्या अंकांत **दुर्योधनाचा** सारथि त्याचा मूर्खपणा दाखवीत असतां, भाषण करितो,

ज्याचा शत्रुकुळीं अकुंठ परशु, त्याचाहि जेता जरी
पंडूच्या कुमरीं शरीं निजविला, बाधा न झाली तरी.
प्रौढांनीं, वहुतीं, अशस्त्र, समरीं जो श्रांतही जाहला,

एकाकी **अभिमन्यु** बाळ वधितां, राजा सुखा पावला.

परशुरामपंत.

ह्यारथलीं जन्मापसून ज्याचा पराजय झाला नव्हता, त्या **परशुरामा-चा** पराभव करणारा **भीष्मा**सारखा पराक्रमी योद्धा रणांत **पांडवांनीं** पाडिला असतां **दुर्योधनास** वाईट वाटलें नाहीं; आणि मोठमोठ्या पुष्कळ वीरांनीं एकत्र जमून एकटें गाठलेलें, शस्त्रविरहित, **अभिमन्यु-**बाळ मारिलें; ह्याचा त्यास मोठा आनंद वाटतो; तेव्हां तो केवढा मूर्ख आहे असा भाव गर्भित होतो. तसेंच " आहो ज्या वेळेस पदरीं पुष्कळ लढाऊ फौज होती; सर्व सरदार अनुकूळ होते; खजिन्यांत द्रव्य भरलें होतें; परमुलखांत दाब होता; त्यावेळेस **माधवरावा** सारख्या चतुर व शूर पुरुषाच्यानें जो **इंग्रजांचा** पराभव झाला नाहीं; तो करावयास, ज्याची फौज अडाणी, व तीही थोडी; ज्यास सरदार प्रतिकूळ; ज्याच्या खजिन्यांत द्रव्याचा तोटा; परमुलखांत ज्यांचें वजन नाहीं; आणि स्वतःमूर्ख व भेकड अशा **बाजिरावानें** कंबर बांधली; त्यास यश कसें येईल ? इत्यादि उदाहरणें कल्पावीं.

अचेतन पदार्थावर चेतन पदार्थाचे गुण वर्णिले असतां, चेतन गुणोक्ति नामक अलंकार होतो. जसें. " तो बागवान यंदा बुडालाच होता; पण आंबराईनें त्यास हात दिला; म्हणून तो वांचला ! ह्या स्थळीं आंबराईवर हात देणें हा चेतन धर्म वर्णिला आहे. तसेंच " ग्रीष्म ऋतूंत मोठे वृक्ष आपल्या आंगावर सूर्याचा सर्व ताप साहून आपल्या आश्रयानें बसलेल्या पशुपक्षिमनुष्यादि प्राण्यांस अगदीं इजा देत नाहींत. तेव्हां ते वृक्ष किती परोपकारी आहेत, बरें " इत्यादि पुष्कळ उदाहरणें समजावीं. **प्रबोधचंद्रोदय** नामक नाटक ह्याच अलंकाराचें मोठें एक उदाहरण आहे. शेवटचे हे दोन अलंकार संस्कृत ग्रंथांत भिन्नत्वेंकरून गणले नाहींत; ते इंग्रजी भाषेंतील अलंकारांवरच्या ग्रंथांतून घेतले आहेत. हे अलंकार वाक्यास शोभा आणितात, हें विचार केल्यास सर्वांच्या मनांत येईल. असें असतां ह्यांचें व विशेषेंकरून विरुद्धगुणन्यासाचें

परिगणन संस्कृत ग्रंथकारांनीं केलें नाहीं, हा मोठा चमत्कार आहे. असो.

आतां वर सांगितले, इतकेच अलंकार आहेत, असें समजूंनये. सर्व अलंकारांची गणना करणें अशक्य आहे, असें मला वाटतें. पहा "सोमल खाल्लेलें एकवेळ पचेल; पण अनाथापासून अपहार करून घेतलेलें धन पचणार नाहीं." यावाक्यांत जो अलंकार आहे त्याचा संग्रह वर सांगितलेल्या कोणत्या अलंकारांत होत नाहीं; व विचार करूं लागलें असतां ह्याप्रमाणें वाक्यास शोभा आणणाऱ्या दुसऱ्या पुष्कळ गोष्टी अढळतील. ह्या स्थलीं जे अलंकार वर्णिले आहेत, त्यांचेंच विशेषें करून वर्णन करण्याचें कारण इतकेंच, कीं ते वारंवार बोलण्यांत व लिहिण्यांत येतात. व त्यांचें ज्ञान झालें असतां, अलंकारांच्या सामान्य स्वरूपाचें ज्ञान वाचणाऱ्यांस होईल.

आतां उपमा, रूपक, इत्यादि अर्थालंकार होतात, म्हणून सांगितलें; ह्यावरून सर्वत्रच ते अर्थालंकार होतात, असें समजूंनये. " पक्वाशयाचा आकार नागसुरासारखा असतो" तसेंच "पानें हीं झाडांचीं फुपुसें होत" ह्यास्थलीं पहिल्या वाक्यांत उपमा, व दुसऱ्या वाक्यांत रूपक आहे; परंतु त्यांस अलंकार म्हणतां येत नाहीं. काकीं त्यांपासून वाक्यास शोभा येत नाहीं. आतां शोभा कां येत नाहीं, असें जर कोणी विचारील; तर त्यास उत्तर इतकेंच, कीं रुप्याच्या साखळ्या पायांत घातल्या असतां शोभा येते, व लोखंडाच्या घातल्या असतां येत नाहीं; ह्याचें जें कारण, तेंच येथेंही कारण होय. अलंकारांचें सौंदर्य जाणण्यास व नवे अलंकार कल्पितां येण्यास, विद्वत्ता अगदीं कारण नाहीं; तर रसिकता व कल्पकता ह्याच कारण आहेत. ह्या विद्वानांच्या आंगांत मूर्खापेक्षां विशेष असतात, असा नियम नाहीं. ह्यास्तव अशिक्षित पुरुषही कधीं कधीं सुशिक्षित पुरुषांपेक्षां उत्तम काव्यें करितात.

हिमालय पर्वत.

हिमालय पर्वताची प्रख्याति लोकांत, अनेक गोष्टींनीं आहे.

सर्व **हिंदुस्थानांत**, किंबहुना सर्व पृथ्वींत, ह्या एवढा दुसरा उंच पर्वत नाहीं. **केदारनाथ, बदरीनाथ, गंगोत्री, हरिद्वार,** इत्यादि महाप्रसिद्ध पुण्यस्थानें ह्या पर्वतावर आहेत. **गंगा, यमुना, सिंधु, ब्रम्हपुत्र,** इत्यादि महानद्या व नद ह्या पर्वतापासून निघतात. तसेंच पुराणें व प्राचीन काव्यें ह्यांमध्यें ह्या पर्वताचें वर्णन बहुत ठिकाणीं केलें आहे. एतद्देशीय कितीएक लोक यात्रेच्या उद्देशानें, ह्या पर्वतावर जातात; परंतु ह्यावर जी अनेक प्रकारची शोभा असते, व नानाविध रमणीय व भयंकर अशीं स्थळें दिसतात, ह्या सर्व गोष्टी पाहून त्यापासून आनंद पावणारे फारच थोडे लोक असतील. नानाप्रकारचे सृष्टींतले देखावे पाहून त्यांतली खुबी समजून संतोष पावण्यासारखी रसिकता आर्वाचीन हिंदु-लोकांत तादृश वसत नाहीं. गाण्यांतल्या नानाप्रकारच्या रागरागिण्या व खुब्या समजण्यास जसें गाणें शिकावें लागतें व अंतःकरणास त्याची गोडी जशी लागावी लागते; तसेंच सृष्टींतल्या चमत्कारिक देखाव्यांचें सौंदर्य पाहण्यास शिकलें पाहिजे, व त्यांतलें मर्म कळून आल्हाद होण्याचा मनास नाद लाविला पाहिजे. असो.

हिमालय हा पर्वत अनेक कारणांनीं लोकांत मोठा प्रसिद्ध आहे, ह्मणून सांगितलें. ह्या पर्वताच्या स्वरूपाचें वर्णन कितीएक **इंग्लीश** ग्रंथकारांनीं केलें आहे; त्यांतून कांहीं सारांश घेऊन एथें लिहितों. **हिमालय** पर्वत **काश्मिरा**पासून **नेपाळा**पर्यंत पूर्व पश्चिम आडवा पसरत गेला आहे. ह्याची उंची कोठेंकोठें एकुणतीस किंवा तीस हजारफुट आहे. ह्या पर्वताच्या तळीं म्हणजे, त्याचा व सपाट जमिनीचा जेथें संबंध होतो तेथें त्यासभोवतीं सुमारें वीस मैल रुंदीचें सपाट जमिनीचें कडें आहे. ह्या कडयास तद्देशीय लोक **तार्यानी** असे म्हणतात. हा प्रदेश खोलवट आहे, व येथें शेजारच्या उंच प्रदेशावरून पाण्याचे प्रवाह नेहमी वाहत येत असतात, तेणेंकरून तेथच्या नद्यांच्या तासांत तें पाणी नमावून भोवतालच्या जमिनीवर पसरतें; आणि मोठ्या विस्तीर्ण दलदली होतात. ह्याप्रमाणें खालीं भरपूर पाणी व वरून सूर्याचे लंबरूप किरणांची

उष्णता, अशा उद्भिजोत्पत्तीच्या दोन्ही प्रधान कारणांचा संयोग झाल्यामुळें तेथें मोठें रान माजून गेलें असतें. वृक्षांची कीर्र झाडी, उंचउंच गवत व मध्येंमध्यें कांटेरीं झुडपें, हीं सर्व मिळून अशी गच्च गर्दी झाली असते, कीं आंत पाय सुद्धां शिरकण्याची सोय नसते. ह्याखेरीज झाडांचा पाला वगैरे कुजून त्यास्थलापासून विषाराच्या वाफा निघत असतात, त्यामुळें त्या प्रदेशाच्या आसपास कांहीं विशेष काळीं मनुष्यें फार दिवस राहिलीं असतां, त्यांच्या जिवास अपाय घडतो. हाही एक त्याठिकाणीं रिवाज होण्यास मोठा भयंकर प्रतिबंध आहे. ह्या घोर अरण्यांत हत्ती, वाघ, वगैरे अनेक भयंकर पशु खुशाल इकडे तिकडे संचार करीत असतात. पारध्यांच्या बंदुकीचा वगैरे आवाज सुद्धां त्यांच्या कानीं जन्मांत पडला नसतो, मग त्यापासून मरण्याचें भय त्यांस कोठून ठाऊक असेल? ह्याही प्रदेशीं कोठेंकोठें मनुष्यें दृष्टीस पडतात पण तीं रोडकीं, खुरटीं, व रोगिष्ट अशीं दिसतात.

ह्या भयाण भाग टाकून आरंभींचे कांहीं टप्पे चढून वर गेलें ह्मणजे, पर्वताचें स्वरूप पुष्कळ सौम्य दिसूं लागतें; व भोवतालीं मौजही बरीच नजरेस पडते. वाटेनें दोहों बाजूंस लवणांत हिरवीं गार शेतें असतात; त्यांवरच्या टेंकडांवर मोठमोठे उंच शोभायमान वृक्ष वाढलेले असतात. ह्या झाडांत कितीएक झाडांस उत्तम प्रकारचा सुवास येत असतो, कितीएक औषधाच्या उपयोगाचीं असतात. ह्या प्रदेशीं कितीएक ठिकाणें आहेत, कीं तेथें उभें राहिलें असतां, नजर पुष्कळ दुरपर्यंत भोवतालीं पोहचते. तसल्या ठिकाणून पाहूं लागलें असतां, अगदीं पुढल्या भागीं मोठमोठीं विस्तीर्ण शेतें ज्यांत आहेत, अशीं लवणें दिसतात; त्यांच्या मागें गगनचुंबित वृक्षांनीं अच्छादलेलीं अशीं टेंकाडें नजरेस पडतात, व त्यांच्या मागें नीटवर गेलेले असे कडे अढळतात, आणि सर्वांच्या पाठीमागें पुष्कळ अंतरावर माथ्यावर बर्फ जमून अगदीं स्वच्छ पांढरी झालेलीं व आकाशास लागलेलीं अशीं शिखरें चमकतात. ह्या सर्व गोष्टी एकत्र झाल्यापासून जी काय विशिष्ट शोभा उत्पन्न होते, तिचें शब्दांनीं वर्णन

करून पुरवत नाहीं, ती वास्तविक समजण्यास डोळ्यांनींच पाहिली पाहिजे.

हा भाग चढून वर गेलें ह्मणजे पर्वताचें स्वरूप विशेष भयंकर व उदास दिसूं लागतें. ह्या प्रदेशीं एकापेक्षां एक उंच गेलेलीं शिखरें, खोलचखोल दऱ्या, व धडधड खालीं पडणारे पाण्याचे ओहोळ नजरेस पडूं लागतात. ह्या भागांत लागवड केलेली किंवा सपाट जमीन म्हणून अगदीं बहुतकरून कोठें अढळत नाहीं. एकामागें एक अशीं उंच उंच टेंकाडें आहेत, व त्यांच्यामध्यें शेतें किंवा कुरणें अगदीं नाहींत. हीं टेंकाडें भिंतीसारखीं नीटवर गेलेलीं आहेत. त्यांच्या बाजूंवर कोठें कोठें झाडी वाढली आहे, व कोठें कोठें लांबच लांब उघडा खडक आहे. मध्यें ज्या खोल व भयंकर गुहा आहेत, त्या फार अरुंद आहेत, व त्यांच्या तळाशीं वरच्या कड्यांच्या ढासळलेल्या मोठमोठ्या शिळा पडल्या आहेत, व त्यांमधून ओढे वहावयापुरता मात्र सरासरी अवकाश असतो. ह्या भागीं सपाट जागा फारच विरळ सांपडते. ह्या प्रदेशीं कांहीं थोडींशीं गांवें आहेत. त्यांतल्या मुख्य रस्त्यांतून सुद्धां पायऱ्यांनीं चढावें उतरावें लागतें, व घरें एकामागून एक अशीं उंचवटयावर बांधलेलीं असतात. त्यांच्याखालीं पहावें, तो नद्यांचे भयंकर प्रवाह धडधड खालीं पडतांना दिसतात, व वर कडे आडवे आलेले असतात, व ते जसे काय डोक्यावर कोसळतील, असा धाक अपरिचित पाहणारास वाटतो. ह्या प्रदेशांतून चाललें असतां, दोहींबाजूस मोठमोठे उंच कडे मात्र दृष्टीस पडतात, पण जातां जातां कधीं कधीं अशीं ठिकाणें लागतात, कीं तेथून चोहींकडे लांबवर नजर पोहोंचते, व पहावें तों असा भयंकर देखावा दिसतो, कीं त्याचें वर्णन सुद्धां करितां येत नाहीं. खालून नीट, उंच व बहुत अंतरावर एकादें टेंपाड दिसत असतें, व असें वाटतें, कीं तेथें जाऊन पोहोंचलें म्हणजे पर्वत चढावयाचा संपला; पण तेथें जाऊन पहावें, तो त्यावर एकापेक्षां एक उंच अशीं सात आठ टेंपाडें आकाशांत गेलेलीं असतात, व त्यांचीं मस्तकें बर्फानें पांढरीं झालेलीं दिसतात.

एकट्या **हिमालय** पर्वतावर पृथ्वीवरचे हवेचे सर्व प्रकार आहेत, व त्या त्या हवेंतल्या वनस्पति व जनावरें सर्व ह्या पर्वतावर दृष्टीस पडतात. पायापासून ६००० फुटापर्यंत ह्या पर्वताची हवा उष्ण कटिबंधासारखी अढळते. ह्या भागाच्या खालच्या प्रदेशीं आंबे, अननस वगैरे उष्ण हवेंतले वृक्ष व हत्ती, वाघ वगैरे त्या हवेंतले प्राणी सांपडतात, व वरच्या भागीं उंच उंच जीं टेंकाडें आहेत, तेथें **एशिया** खंडाच्या व **युरोप** खंडाच्या वनस्पति एकमेकीं शेजारीं वाढतांना दृष्टीस पडतात. पांच हजारांपासून नऊ हजार फुटापर्यंत जो प्रदेश आहे, तो समशीतोष्ण आहे. तथापि ह्या स्थलींही सूर्याचे किरण लंबरूपानें पडल्यामुळें तांदुळ वगैरे उष्ण हवेंतील धान्यें उत्पन्न होतात; पण एथले वृक्ष सर्व समशीतोष्ण कटिबंधांतले असतात. आतां नऊ हजारांवरच्या प्रदेशाची हवा शीतकटिबंधांतल्यासारखी असते. ह्या प्रदेशीं अत्यंत उंच जे भाग आहेत, तेथें ध्रुवाजवळच्या सारखी बाराही मास थंडी असते, व तेथचें बर्फ कधींच वितळत नाहीं. खालचे जे भाग आहेत, तेथें मात्र वर्षांतून एक दोन महिने बर्फ वितळतें; पण त्या वेळीं मात्र पराकाष्ठेची थंडी जाऊन एकदम पराकाष्ठेचा उन्हाळा होतो. ह्या वेळेस त्या स्थळीं असा चमत्कार होतो, कीं उष्णतामापक यंत्रांतला पारा पहावा तर थिजण्याच्या बिंदूच्याही खालीं कितीएक अंश असतो; पण इकडे माणसाचें आंग उन्हानें अगदीं भाजत असतें. ह्या भागांतही कांहीं ठिकाणीं अशी पिकाऊ जमीन आहे, कीं तेथच्या कुरणांतलें गवत आज कापून आणावें आणि दुसऱ्या दिवशीं जाऊन पहावें तों तितकेंचें तितकें वाढून तयार होतें. ह्या प्रदेशांत, उत्तरध्रुवाकडे **ऐस्लंद** वगैरे जे देश आहेत, तेथच्या वनस्पति उत्पन्न होतात.

वनस्पति, जनावरें, हवेचे नानाप्रकार, व त्यांचीं कार्यें, इत्यादि गोष्टींच्या संबंधानें म्हटलें तर एक **हिमालय** पाहिला म्हणजे सर्व पृथ्वी पाहिल्याचें श्रेय आलें. ह्या पर्वतावर उष्ण प्रदेशांतले ताड, माड, आंबे, वगैरे वृक्ष, व हत्ती, वाघ, वगैरे चतुष्पदें, व मोर वगैरे पक्षी दृष्टीस पडतात;

व थंड हवेंतलीं, ओकवृक्ष, नानाप्रकारचे देवदार वगैरे झाडें, व त्या हवेंतील जनावरें व पक्षी येथें अढळतात. कस्तुरीचे मृग ह्या पर्वतावरच्या थंड प्रदेशांत पुष्कळ आहेत. हीं जनावरें उष्ण प्रदेशीं आणिलीं असतां, तत्काळ मरतात. ह्या पर्वतावर कितीएक ठिकाणीं गुलाब वगैरे फुलझाडांच्या ताव्यांच्या ताटया रानांत फुललेल्या असतात, व कितीएक प्रकारचीं झाडें पिकलेल्या उत्तम फळांनीं लवलीं असतात. पण तीं फुलें कोणी पाहिल्यावांचून व फळें कोणी चाखल्यावांचून तेथल्या तेथेंच गळून कुजून जातात. ह्या फुलांच्या व फळांच्या गोष्टींवरून मनुष्याच्या जातींतही कितीएक मनुष्यें उत्तम गुणांनीं युक्त असून अनेक प्रकारचीं उत्तम कार्ये करण्याची त्यांच्या आंगीं योग्यता असतां, अनुकूल प्रसंग न येतां तीं मनुष्यें मरून जातात. व त्यांच्या आंगचे गुण व्यर्थ जातात, हें मनांत येऊन चित्तास फार वाईट वाटतें.

हिमालय पर्वताच्या पश्चिमभागीं एक मोठें उघाड्याचें मैदान आहे. ह्या मैदानाच्या भोंवतालून डोंगराचे कडे आहेत. ह्या मधल्या प्रदेशास काश्मीरचें राज्य ह्मणतात. ह्या प्रदेशासारखा रमणीय प्रदेश सर्व पृथ्वीवर दुसरा कोणताही नाहीं. त्यास ह्या भूलोकचें केवळ नंदनवन ह्मटलें तर शोभेल. ह्यास्थळीं आसमंतातभागच्या डोंगरावरच्या झऱ्यांचें पाणी उतरून त्याचे ओढे होऊन ते जिकडे तिकडे झुळ झुळ वाहत असतात, व त्यांच्यायोगानें सर्व डोंगर व सखल दऱ्या हिरव्या गार दिसतात. तसेंच ह्या देशांत सपाट प्रदेशीं एक मोठा तलाव आहे. ह्या तलावाभोंवती जी स्वाभाविक व कृत्रिम शोभा आहे, तिचें वर्णन करितांना पुरवत नाहीं. ही जागा आनंदाचें व शोभेचें केवळ वास्तव्यस्थानच आहे. असें पाहणारांस वाटतें. ह्या तलावाच्या कांठीं दिल्लीच्या मोंगल पातशहांनीं पूर्वी मोठमोठीं रमणीय मंदिरें व बगीचे तयार केले होते. व राज्यकारभार करून त्रास आला असतां विश्रांति घेण्याकरितां ते ह्या ठिकाणीं कधीं कधीं रहात असत आणि एथच्या आनंदाच्या व ऐषआरामीच्या अनुभवांत मग्न होऊन सर्व चिंता व श्रम विसरत. कवींनीं पार-

शी भाषेंत व हिंदुस्थानी भाषेंत ह्या प्रदेशाच्या रमणीयतेची एकापेक्षां एक अधिक अशीं वर्णनें केलीं आहेत. सर्व गोष्टींपेक्षां एथच्या गुलाबाच्या फुलाची ते फारच तारीफ करितात. ते असे ह्मणतात, कीं काश्मीरच्या गुलाबासारखे सुरेख फूल सगळ्या दुनयेंत दुसऱ्या ठिकाणीं नाहीं. वसंत ऋतूंत गुलाबास कळ्या येऊं लागल्या म्हणजे त्या देशांत मोटा उत्साह करितात. युरोपांतल्या हवेंत होणारी झाडें ह्या देशांत प्रायः सर्व अढळतात. मोगल पादशहांनीं जीं मोठमोठीं विलासमंदिरें काश्मीरच्या तलावांवर बांधिलीं होतीं, त्यांपैकीं शालिमार नांवाचें एक मंदिर मात्र हल्लीं राहिलें आहे; बाकी सर्व मोडून गेलीं. काश्मीरच्या स्त्रियांच्या लावण्याची सर्व एशिया खंडांत मोठी कीर्ति आहे.

अहल्याबाई होळकरीण.

अहल्याबाई होळकरीण हिचा लौकीक सगळ्या हिंदुस्थानांत आहे. ह्या साध्वीचें नांव ज्यास ठाऊक नाहीं असा मनुष्य विरळा. तिच्या औदार्याचें, भूतदयेचें व धार्मिकतेचें कांहींच चिन्ह जेथें नाहीं, असा तर हिंदुस्थानचा कोणचाच भाग नाहीं. दक्षिणेस रामेश्वरापासून तों तहत उत्तरेस बदरीकेदारापर्यंत जीं जीं प्रसिद्ध प्रसिद्ध क्षेत्रें व पुण्यस्थानें आहेत, तेथें अहल्याबाईचें कांहींना कांहीं तरी देणें आहेच. कोठें कोठें तिनें अन्नछत्रें व सदावर्तें घातलीं आहेत; कोठें कोठें देवस्थानांस इनामें वगैरे दिलीं आहेत. तेव्हां इतकी प्रसिद्ध जी स्त्री, तिची कांहीं थोडीशी हकीगत लिहावी व तिचें गुण वर्णन करावें; ह्या बुद्धीनें ह्या धड्यास प्रारंभ केला आहे.

आमच्या लेखास मुख्य आधार मालकम साहेब, जे पूर्वीं ह्या मुंबई इलाख्याचे गव्हरनर होते, त्यांच्या ग्रंथाचा आहे. त्यांनीं होळकराच्या दरबारांतल्या लोकांत वगैरे पुष्कळ शोध करून ह्या बाईची हकीगत लिहिली आहे. ह्या बाईची मोठी कीर्ति ऐकून त्या साहेबांस ती सर्व पहिल्यानें खरी वाटली नाहीं; ह्यास्तव त्यांनीं बहुत ठिकाणीं चौकशी केली. परंतु पुढें त्यांचा सर्व संशय जाऊन त्यांची खात्री झाली, कीं ह्या बाईचा

जो सर्व नांवलौकिक आहे, तो अगदीं खरा आहे, व त्यावेळीं जितका जितका विशेष शोध लागत गेला, तितके तितके तिच्या आंगचे अनुपमेय गुण अधिक अधिक प्रकट होत गेले.

सोनपत पानपतच्या लढाईत जो **मल्हारराव होळकर** प्रख्यात आहे, त्या **मल्हाररावाचा खंडेराव** ह्मणून एक मुलगा होता, त्याची **अहल्याबाई** ही बायको होय. ही **शिंदे** ह्या नांवाच्या एका घराण्यांतली मुलगी होती. ती सुमारें वीस एकोणीस वर्षांची होती, तेव्हांच तिचा नवरा लढाईत पडून वारला. त्या वेळेस तिचा सासरा **मल्हारराव** जिवंत होता. तो पुढें दहा अकरा वर्षांनीं वारला, तेव्हां, **अहल्याबाई**चा मुलगा **मालीराव** होता, त्यास **पेशवे** सरकारांतून वस्त्रें प्राप्त झालीं; पण हा मुलगा फार दुर्वृत्त असे, व विशेषेंकरून तो ब्राह्मणांस फारच छळीत असे. त्यानें भांड्यांत विंचू घालून व थोडें आंत द्रव्य टाकून तीं भांडीं ब्राम्हणांस द्यावीं. मग आशेनें त्यांनीं आंत हात घालून त्यांस विंचू चावले म्हणजे त्यांच्या वेदना पाहून त्यानें हसावें. अशा त्याच्या दुष्टपणाच्या पुष्कळ गोष्टी सांगतात. त्याचें हें दुष्ट आचरण पाहून **अहल्याबाईस** पराकाष्ठेचें दुःख होत असे. ती म्हणत असे कीं मीं जन्मांतरीं असें कोणतें पाप केलें होतें, कीं हा राक्षस मुलाच्या मिषानें माझ्या पोटीं जन्मला.

मालीराव राज्यानुभव घेण्यास आणि लोकांस व आपल्या आईस दुःख देण्यास फार दिवस वांचला नाहीं. त्यास वस्त्रें मिळाल्यापासून सुमारें आठ नऊ महिन्यांच्या आंत तो वारला. कितीएक लोकांत अशी समजूत आहे, कीं **अहल्याबाईनें मालीराव** दुष्ट होता ह्मणून, त्यास मारविलें; परंतु ह्या गोष्टीची विशेष चौकशी करतांना जुन्या लेखांवरून व त्या वेळच्या तिच्या जवळच्या मनुष्यांच्या सांगण्यावरून ती समजूत अगदीं खोटी, अशी **मालकम साहेबांची** खातरी झाली. आपणास **अहल्याबाई** फार पूज्य मानिते, हें दाखवण्याकरितां ही वदंता मुळीं ब्राम्हणानींच उठविली असावी असा **मालकम साहेबांचा** तर्क

आहे. असो. मालीराव मेल्यानंतर, होळकराच्या दरबारांत मल्हाररावाच्या वेळेपासून गंगाधर यशवंत ह्मणून एक ब्राम्हण दिवाण होता, त्यानें मालीरावाच्या बायकोस दत्तक देऊन राज्यकारभार चालवण्याविषयीं अहल्याबाईस मसलत दिली, व तिच्या खर्चाकारितां मोठा सरंजाम देऊं केला; व त्यावेळेस राघोबादादा पेशवा माळव्यात होता, तों अनुकूळ होण्याकारितां त्यास पुष्कळ मोठी नजर कबूल केल्यावरून, राघोबादादा लांच खाऊन होता, तो त्या दिवाणास अनुकूळ झाला. परंतु अहल्याबाई बायको मोठ्या निश्चयाची व अभिमानाची होती. तिला ती मसलत कळतांच तिनें ती नाकारून दिवाणास सांगितलें, कीं मल्हाररावाच्या राज्याची मालकीण हल्लीं मी एकटी आहे. मला वाटेल तशी राज्याची व्यवस्था मी करीन. माझ्या कामांत हात घालण्याचा दुसऱ्या कोणास अखत्यार नाहीं. ह्याप्रमाणें आपल्या पदवीस योग्य असें खडखडीत उत्तर देऊन पुण्याच्या गादीवर त्यावेळीं माधवराव पेशवा होता, त्याकडे तिनें आपला अभिप्राय लिहून पाठविला. हें उत्तर राघोबादादास न रुचून तो लढाई करून जबरदस्तीनें आपला अभिप्राय सिद्ध करणार अशी बातमी तिला लागल्यावरून, तिनें त्यास असा निरोप सांगून पाठविला, कीं "आपण लढाई करण्याच्या विचारांत आहां म्हणून ऐकते; त्यास आपण त्या लढाईत स्त्रीचा पराजय केल्यापासून शिपाईपणाची कीर्ति तर मिळावयाची नाहींच; पण कदाचित् स्त्रीनें आपला पराभव केल्यास आपली चोंहींकडे अपकीर्ति मात्र होण्याचा संभव आहे, हें मनांत नीट आणून कार्य करणें, तें करावें." ह्याप्रमाणें निरोप पाठवून आपण स्वतः लढाईची तयारी करावयास लागली. होळकराच्या फौजेस तिच्या पक्षाचा अभिमान होता, व स्वतः हत्तीवर हौद्यांत बसून त्याच्या चार खांबांस तिरकमाणी व तिरांच्या कैच्या बांधून लढाईत जाऊन सैन्यास उतेजन देण्याचा तिनें निश्चय केला. ह्या प्रसंगीं राघोबाच्या मनांतून लढाई करावयाची होती; पण शिंदे, भोसले वगैरे सरदार ह्या असल्या नीच व अन्यायाच्या कामास त्यास अनुकूल होईनात, व इतक्यांत माधव-

रावाकडून राघोबास असें पत्र आलें कीं अहल्याबाई योग्य बायको आहे, व तिच्या राज्याची व्यवस्था करण्याची तिला पूर्ण अखत्यारी आहे ह्यास्तव तुम्ही तिच्या गोष्टींत हात अगदीं घालूं नये, ह्या पत्रावरून राघोबाचे हातपायच मोडले.

मल्हाररावाच्या पदरीं त्याच्या जातीचा तुकाजी म्हणून एक मानकरी होता. तो मोठा शूर असे, व त्याच्याकडे खासपागेचा अधिकार होता. त्यास अहल्याबाईनें मुख्य सेनापति केलें व त्यासच होळकराच्या गादीचा मालक केलें. हा मनुष्य निवडल्यावरून तीस मनुष्याची पारख चांगली होती, असें दिसून येतें. ह्या मनुष्याच्या जिवांत जीव होता, तो अहल्याबाईचे उपकार तो विसरला नाहीं. तो सर्वकाळ तिच्या म्हणण्याप्रमाणें वागे, इतकेंच नाहीं; तर तिचा मान ठेवणें व तीस संतोष देणें, हा आपला धर्म आहे, असें त्यास वाटे. तो तीस नेहमीं आई म्हणत असे; परंतु तो वयानें तीपेक्षां फार मोठा होता; ह्यास्तव शिक्यावर मात्र मल्हारराव होळकराचा पुत्र तुकाजी असें तिच्याच आज्ञेनें लिहिलें होतें. तो लष्कराचें मात्र काम स्वतः पाही; राज्याचें बाकीचें बहुतेक काम तिजकडे त्यानें सोंपाविलें होतें. तो परमुलखीं असतां मोठें कांहीं काम कर्तव्य झाल्यास तें करावयाच्यापूर्वीं तें तीस कळवून तिचें अनुमोदन घेत असे, व अहल्याबाईच्या आज्ञेंत सदैदा वागल्यानें त्याचा जेवढा नांवलौकिक झाला, तितका त्यास दुसऱ्या कोणत्या गोष्टीनें प्राप्त झाला नाहीं.

तुकाजी बहुतकरून मुलुखगिरीच्या कामावर असे. तो माळव्यांत पुष्कळ दिवस फारसा राहिला नाहीं म्हणून व तो अहल्याबाईस फार थोर मानित असे, ह्यास्तव ती जिवंत होती तोंपर्यंत तिनेंच बहुतकरून राज्यकारभार केला. राज्य करण्यांत तिचा मुख्य उद्देश इतकाच होता कीं आपल्या ताब्यांतल्या देशाचें आपल्या हातून कल्याण व्हावें. तिचा अंमल सौम्य व तिच्या राज्यांत न्याय चांगला असे. सनदी फौजेखेरीज दुसरी खासगत फौज तिजपाशीं फारशी नव्हती, पण जी फौज होती ती उत्तम होती, व तिचा बंदोबस्त चांगला असे त्यामुळें व तिच्या

राज्यांत अन्याय नसे, ह्यामुळें दंगे धोपे होत नसत; व तिची पुष्कळ फौज दक्षिणेंत व उत्तरहिंदुस्थानांत असे, व नांवलौकिक चांगला होता; ह्यामुळें तिला बाहेरच्या शत्रूचा उपद्रव झाला नाहीं.

ती राज्य करीत असतां, रयतेपासून वसूल नेमस्त घेई, व वतनदारांच्या व इनामदारांच्या हक्कांस फारच मानीत असे. कोणाची कांहीं फिर्याद असल्यास ती स्वतः ऐकत असे. निवाडा करण्याचें काम बहुतकरून पंचाकडे किंवा न्यायाधीशाकडे तिनें सोपविलें असें; तथापि कोणास कांहीं जरुरीचा मजकूर समजावणें असल्यास तिची गांठ पडण्यास कधींही प्रतिबंध नसे. न्याय बरोबर करणें हा आपला धर्म होय; न केल्यास आपणास पाप लागेल; ही गोष्ट तिच्या मनांत पराकाष्ठेची वागत असे; त्यामुळें तिच्याकडे कोणी फिर्याद आणली असतां अत्यंत क्षुल्लक गोष्टीची देखील चौकशी करितांना ती कधींही कंटाळत नसे.

राज्यकारभारांतून जो वेळ सांपडे, तो ती साध्वी देवभक्तींत व पुण्य कर्मांत घालवी. संसारांतलीं कृत्यें करावयाचीं तीं सुद्धां धर्मबुद्धीनें करी, असें दिसतें. ती वारंवार असें ह्मणत असे, कीं मी अमलाच्या योगानें जें जें कृत्य करिते, त्याचा मला देवापुढें हिशोब द्यावा लागेल. तसेंच कारभाऱ्यांनीं एकादें कठोर कृत्य करण्याची मसलत सांगितली असतां, ती दयाळू व परमार्थपरायण साध्वी त्यांस असें उत्तर देई, कीं बाबानो, आपण स्वतः मनुष्यें आहों, आपणास मरावयाचें आहे; तेव्हां ईश्वरानें घडलेल्या प्राण्यांचा जीव आपण एकाएकीं कसा घ्यावा बरें ?

अहल्याबाईचा रोजचा वर्तनक्रम ह्मटला ह्मणजे सूर्योदयापूर्वीं दोन घटिका तिनें उठून प्रातःस्मरण करावें. नंतर स्नान करून देवधर्म करावा. मग कांहीं वेळ पुराण ऐकावें. नंतर निजहस्तानें दान द्यावें, व ब्राह्मणांस सिधे द्यावे, नंतर भोजन करावें. ती जातीची शूद्र होती, ह्यास्तव तिला मद्य मांस खाण्याविषयीं प्रतिबंध नव्हता, तरी तिनें ते पदार्थ सोडिले होते. जेवण झाल्यावर आणखी कांहीं स्तोत्रें ह्मणून थोडा वेळ ती निद्रा

करी. नंतर उठून पोषाक करून दोनवाजण्याचे सुमारें दरबारास जाई. ती तेथें सहा वाजेत तोंपर्यंत कारभार पाही. नंतर दोन तीन तास संध्याकाळच्या देवधर्माकडे व कांहीं अल्पाहार करण्याकडे गेल्यावर नऊ वाजतां पुनः कारभार पाही, तो अकरा वाजेत तोंपर्यंत. नंतर ती निजावयास जाई. ह्याप्रमाणें सारखीं तीसवर्षें तिनें घालविलीं. ती उपास व व्रतें पुष्कळ करीत असे, व देवांचे उत्साह करी; त्यांच्यामुळें व कधीं कधीं सरकारी निकडीचेंच काम आलें, तर त्यामुळें मात्र तिच्या वर सांगितलेल्या परिपाठांत काय भेद होई तो होई.

अहल्याबाई कारभार पाहत असतां राज्यांत जी आबादानी होती, ती मनांत येऊन फारच चमत्कार वाटतो. तिनें इतर राज्यांशीं संबंध असा उत्तम प्रकारें ठेविला होता कीं, तिच्या सगळ्या राज्यांत तीस वर्षांत शत्रूनें एकवेळ हल्ला करून महिना पंधरा दिवस मात्र दंगा केला होता. त्या प्रसंगीं अहल्याबाईनें आपली फौज पाठवून त्याचा पराभव करून त्यास हाकून दिलें. देशांत आंतल्या आंत तंटे बखेडे, व दरवडे तर अगदींच नव्हते, ह्याचें मुख्य कारण हेंच होतें, कीं ज्याशीं जसें वागावें तसेंच ती वागत असे. जे सौम्य व साळसूद असत, त्यांशीं ती सौम्यतेनें वागे; व जे दंगेखोर व लुटारू असत, त्यांस यथान्याय शासन करी. तथापि त्यांवर सुद्धां ती इतकी सक्ती करीत नसे. राज्यांतले कारभारी जसे चांगले असतात व ते आपल्या अधिकारावर जसे पुष्कळ दिवस टिकतात, त्याप्रमाणें तें राज्य चांगलें आहे किंवा कसें, हें चांगलें समजतें. अहल्याबाईच्या सगळ्या राज्यभर गोविंदपंत गानू म्हणून एक मुख्य कारभारी होता व त्याचा प्रामाणिकपणाविषयीं वगैरे नांवलौकिक उत्तम होता. तसेंच दुसरे कारभारी तिच्या राज्यांत प्रायः बदलले नाहींत.

इंदूर हें मुळचें लहान खेडें होतें, त्याचें अहल्याबाईनें मोठें शहर केलें. ह्या शहरावर फार कृपा असे. ह्या शहरांतल्या लोकांवर तिची माया आईची माया जशी मुलांवर असते, तशी होती; ह्याविषयींच्या किती एक चमत्कारिक गोष्टी सांगतात. एकदां तुकाजीहोळकर आपल्या लष्करा-

निशीं इंदुराच्या शेजारीं छावणी देऊन राहिला असतां, त्या शहारांत देवीचंद ह्मणून एक मोठा सावकार होता, तो वारला. त्या सावकारास मुलबाळ नव्हतें. कितीएक स्वार्थी मनुष्यांनीं शिकवल्यावरून **तुकाजी** त्या सावकाराच्या दौलतीचा कांहीं भाग सरकारांत मागूं लागला. त्या-वेळेस **देवीचंदाची** बायको तत्काळ इंदुराहून निघून **महेश्वरास अहल्याबाई** होती, तिजकडे गेली आणि तिला तिनें आपला मजकूर समजाविला. अहल्याबाईनें तिचा सर्व वाका ऐकून घेऊन तिला वस्त्रें देऊन तिच्या मृत नवऱ्याच्या घराची व दौलतीची मालकीण केलें; आणि **तुकाजीस** हूकूम लिहिला, कीं तुम्हीं अंमळ दूर रहावयास जावें, आमच्या शहरच्या लोकांच्या दौलतीवर अपहार बुद्धि ठेवूं नये. हा हुकूम येतांच **तुकाजी** इंदूरापासून दूर निघून गेला, व ही गोष्ट झाल्यापासून **अहल्याबाईची**ही ममता त्या शहरावर विशेष बसली.

अहल्याबाईचें व **महादजी शिंद्याचें** चांगलें सख्य असें. तें तिच्या पुष्कळ उपयोगीं पडे. त्यास तिनें पुष्कळ पैसा उसना दिला होता व असल्या उत्तम स्त्रीस साह्य केलें असतां आपला नांवलौकीक वाढेल, हें **महादजी शिंदा** समजत असे. त्याच्या सर्व सरदारांस व अंमलदारांस त्याचा सरसकट हुकूम असे, कीं **अहल्याबाईचें** कांहीं काम आलें असतां, तें करण्याविषयीं काडीमात्र आळस करीत जाऊं नये.

होळकरसंस्थानास खंड देणारीं पुष्कळ लहान लहान संस्थानें त्या वेळेस असत. त्या सर्वांशीं **अहल्याबाई** मोठ्या नेकीनें वागत असे, व ज्यास्ती पैसा कधींहीं मागत नसे, त्यामुळें त्यांकडून खंड यावयास विलंब प्राय: लागत नसे. कधीं लागल्यास ती त्यांस कडक पत्रें लिहून त्यांचा अन्याय त्यांस दाखवी; तेणेंकरून ते तत्काळ शुद्धीवर येत. तिच्या राज्या भोवतालीं **रजपुत** लोकांचीं लहान लहान संस्थानें पुष्कळ होतीं; व त्या लोकांनीं आपल्या राज्यास उपद्रव करूं नये, ह्मणून त्यांस पूर्वीपासून कांहीं हक्क दिले होते; व त्या हक्कांचा ठराव **अहल्याबाईनें** चांगला करून टाकिला होता; त्यामुळें त्या लोकांपासून तिच्या राज्यास कधीं उपद्रव लागला नाहीं. तिची इच्छा सर्वकाळ अशी असे

कीं आपली रयत उत्तरोत्तर विशेष सुखी होत जावी. असें सांगतात, कीं सावकार, व्यापारी, उदमी व शेतकरी, ह्यांस बरकत येऊन ते अधिक अधिक लक्ष्मीवान झालेले पाहून तिला फार संतोष वाटे; व त्यांची दौलत वाढल्यामुळें त्यांवर विशेष कर न बसवितां ते उद्योगी व व्यवस्थित समजून त्यांवर ती विशेष कृपा करी; व त्यांच्या संपत्तीचा विशेष बचाव करी. तिच्या राज्यांत **नर्मदेच्या** कांठीं **भिल्ल, गोंड,** वगैरे लुटारू लोक असत; त्यांच्याशींही तिनें चांगला ठराव केला होता. ह्या लोकांशीं ती पहिल्यानें सौम्यपणानें वागत असे; पण सामोपचारानें ते ऐकत नाहींत, असें पाहून तिला तीव्र उपायांची योजना करणें प्राप्त झालें. नंतर अगदीं वाटेवर न येण्यासारखे जे कितीएक चोर होते, त्यांस पकडून त्यांचीं डोकीं मारिलीं. परंतु अशा प्रकारच्या शेवटच्या उपायांचें अवलंबन ती फार क्वचित् करीत असे. प्रसंगच पडला असतां अत्यंत धीट व मोठ्या पटाईत दरवडेखोरांच्या सुद्धां मनांत धाक उत्पन्न कसा करावा, हें ती पुरें जाणत होती. तथापि चालेल तोंपर्यंत गोडीगुलाबीनें व सौम्य उपायांनीं काम करावयास झटत असे. जागोजाग चवक्या वसवून व अन्यायांत आढळले असतां शिक्षा करून चोरी वगैरे करण्याची त्या लोकांच्या मनांत दहशत उत्पन्न करी; परंतु इतकेंच करून थांबत नसे, तर त्यांनीं चांगल्या मार्गास लागावें, ह्मणून होईल तितकी तजवीज करी. त्यांच्या घांटांतून येणाऱ्या मालावर थोडी दस्तुरी घेण्याची त्यांची फार जुनी वहिवाट होती, ती तिनें त्यांकडे चालू ठेविली, पण तीबद्दल तिनें त्यांस पडजमिनी देऊन त्यांबद्दल त्यांकडून असा करार करून घेतला कीं त्यांनीं रस्ते राखावे, व त्यांच्या हद्दींत चोरी झाल्यास तिचा शोध लावून द्यावा, नाहीं तर चोरी भरून द्यावी. स्वदेशांत बंदोबस्त राखण्याकरितां ह्या चतुर स्त्रीनें ज्या ज्या अपूर्व व्यवस्था केल्या होत्या, त्यांचें सविस्तर वर्णन करूं लागल्यास, तें लवकर संपावयाचें नाहीं. इतकें सांगतों ह्मणजे त्यांत सर्व आलें, कीं तिची राज्य करण्याची रीत कित्ता घेण्यासारखी आहे, असें माळव्यांत सर्व लोक म्हणावयास लागले;

व अद्यापि कोणतेही गोष्टीविषयीं अहल्याबाईच्या वहिवाटीचें प्रमाण दाखविलें ह्मणजे सर्व लोक ती गोष्ट शिरसा मान्य करितात; तीस कांहीमात्र तकरार सांगत नाहींत.

अहल्याबाईचा बहुतकरून सर्व हिंदुस्थानांतल्या सर्व राज्यांशी पत्रव्यवहार चालू असे. तो बहुतकरून ती ब्राह्मणांच्या द्वारें ठेवी. तिनें दान धर्म किती केला, ह्याचें वर्णन करावयाची गरज नाहीं; का कीं त्यांविषयींची तिची कीर्ति सर्व हिंदुस्थानांत गाजत आहे. तिनें कितीएक किल्ले बांधले; डोंगरांत अवघड ठिकाणीं रस्ते बांधले, व होळकराच्या सगळ्या राज्यांत ठिकाणोंठिकाणीं देवळें, धर्मशाळा, विहिरी, नद्यांस घांट, वगैरे पुष्कळ कामें केलीं. ह्या खेरीज हिंदुस्थानांतील सर्व प्रसिद्ध प्रसिद्ध क्षेत्रीं कोठें तिनें धर्मशाळा बांधल्या आहेत; कोठें अन्नछत्रें घातलीं आहेत, व तीं अजून चालत आहेत; असे यात्रेकरू लोक सांगतात. कितीएक जागीं तिच्या दगडाच्या मूर्ति करून बसविल्या आहेत. तिची हिंदुधर्मावर पूर्ण श्रद्धा असे, व देवानें आपल्या प्रजेस सुखी राखावें ह्या बुद्धीनें तिनें हीं कितीएक कामें केलीं आहेत. तसेंच उन्हाळ्यांत रस्त्यांवर तिनें पोई घातलेल्या असत, व हिवाळ्यांत तीं गरीबांस व दुबळ मनुष्यांस वस्त्रें वाटी. ह्याप्रमाणें अहल्याबाईच्या धर्म करण्यांत पुष्कळ कामें अशीं होतीं, कीं मनुष्य कोणत्या धर्माचा असला, तरी त्यास तीं धर्मकृत्यें अशीं वाटावीं. ती मनुष्यावरच कृपा करून राहिली नाहीं; उन्हाळ्यांत शेतकऱ्याच्या बैलांस नांगर ओढितांना थांबवून त्यांस पाणी पाजण्याकरिता तिनें जागोंजागीं चाकर ठेविले होते, व पांखरें शेतकरी उडवून देतात; त्यांस खावयास मिळावें ह्मणून तीं शेतें विकत घेऊन तीं पांखरांस खाऊं देई.

आतां तिच्या कृत्यांपैकीं कितीएक कृत्यें परधर्माच्या लोकांस उपहासास्पद वाटतील, व कितीएक अधार्मिकही वाटतील; तथापि तिचा उद्देश उत्तम होता असें निष्पक्षपाती सर्व लोकांस कबूल केलें पाहिजे. तसेंच तिनें हीं धर्मकृत्यें केल्यामुळें तिची कीर्ति वाढून ती पासून तिच्या

राज्याचें जितकें संरक्षण झालें, तितकें फौजेनें झालें नसतें. हिंदुलोकांत अहल्याबाई सारख्या धर्मपरायण साध्वीचें शत्रुत्व करणें मोठें पाप समजत. तसेंच निजाम, टिप्पू हे मुसलमान असून तिला मोठी मानीत. ह्याप्रमाणें हिंदु व मुसलमान असे सर्व लोक तिचें आयुष्य वाढून तिची बढती व्हावी अशी रात्रंदिवस देवाची प्रार्थना करीत असत.

अहल्याबाईस जन्मांत दुःखें कमीं झालीं असें नाहीं. तिचा नवरा लहानपणींच गमावला, व पुढें दहा बारा वर्षांनीं तिला पुत्रशोक झाला, तेंही वर वर्णिलें. तिला एक मुलगी होती. तिचें नांव मुंचाबाई, तिचें एका सरदाराशीं लग्न केलें होतें. तिला एक मुलगा होता. तो तारुण्यदशेंत येऊन मरण पावला. व पुढें एका वर्षानें तिचा नवराही वारला. त्या वेळेस मुंचाबाईनें सती जावयाचा बेत केला. ह्या प्रसंगीं अहल्याबाईनें सती न जाण्याविषयीं आईच्या नात्यानें व अमलाच्या नात्यानें पुष्कळ सांगितलें. एक बलात्कार मात्र करावयाचा उरला होता. तिनें तिची पुष्कळ काकुळत करून तिजपुढें पदर पसरून मागणें मागितलें, कीं तूं मरून मला दुःखार्णवांत बुडवूं नको. मला तुजखेरीज ह्या दुनयेंत दुसरें कोणी नाहीं. मुंचाबाईस फार गहिंवर आला; पण तिनें तो आवरून आईस शांतपणें उत्तर केलें, कीं, बये, सती जाऊं नको ह्मणून तूं मला ह्मणतेस; पण माझा एकुलता एक मुलगा गेला, नवराही गेला, व थोडक्या दिवसांत तूंही त्यांच्या मागें जाशील. मग तें दुःख मला न साहून मी खचीत मरेन; तर आज नाहीं चार दिवसांनीं मरावयाचेंच; मग थोड्यासाठीं आज, कीर्ति मिळवून मरण्याचा प्रसंग सोन्यासारखा आला आहे, तो घालवण्यास मला तूं आग्रह कां करतेस? मग ती ऐकत नाहीं, असें पाहून तिनें तिचा सती जाण्याचा समारंभ पाहण्याचा निश्चय केला. ह्याप्रमाणें मुंचाबाईचा अंत झाला असतां अहल्याबाईस पराकाष्ठेचें दुःख झालें. ती तीन दिवसपर्यंत कांहीं नखातां एकांतीं शोक करीत बसली होती. पुढें तिनें मुंचाबाई जेथें सती गेली होती, त्या स्थळीं सुंदर थडगें बांधिलें.

अहल्याबाई साठाव्या वर्षी मरण पावली. त्या वेळीं ती काळजीनें,

दगदगींनें व उपवासादिकांच्या योगानें अगदीं जर्जर झाली होती. ती फार उंच नव्हती, व फार ठेंगणी नव्हती. शरिरानें फार पातळ असे. ती पहिल्यापासून कधींच सुंदर नव्हती. तथापि तिच्या तोंडावर तेज चांगलें असे. तिचा रंग काळसर होता. तिची मुद्रा सर्वकाळ प्रसन्न व शांत असे, व तिचें सौजन्य व कृपाळूपणा तिच्या चेहऱ्यावर रेखलेल्या प्रमाणें सर्वकाळ दिसत असे. तिची वृत्ति आनंदयुक्त असे, व तिला राग फार क्वचित् येई; पण कोणी अन्याय किंवा दुष्टपणा केलेला तिला कळून संतापली असतां, तिच्याजवळचे मोठे मोठे प्रतिष्ठित जुने कारभारी सुद्धां तिची क्रोध मुद्रा पाहून चळचळां कांपत असत. **हिंदूंच्या** साधारण स्त्रियांपेक्षां विद्यादिकांचा संस्कार तिच्या मनास अधिक झाला होता. तिला संस्कृत पुराणें वाचून त्यांचा अर्थ कळत असे; व तिच्या कामांत घोटाळा अगदीं नसे, असें सांगतात. ती विशींत यावयाच्या पूर्वींच तिचा नवरा वारला; हें वर सांगितलेंच आहे; व मुलाचे दुष्टपणाचें व वेडेपणाचें तिला फार दुःख झालें होतें. नवरा मेल्यापासून पुढें ती पांढरीं वस्त्रें नेसत असे. रंगित वस्त्रांस व डागिण्यांस वैधव्य प्राप्त झाल्यापासून कधीं शिवली नाहीं. तारुण्याची भरज्वानी, अमर्याद ऐश्वर्य, व सत्ता इत्यादि अनेक मोहकारणें विद्यमान असतां, त्या साध्वीच्या आचरणांत व रीतींत कधींही विपर्यास झालाच नाहीं; असें दृढ तिचें पातिव्रत्य होतें. तिला स्तुतीचा फार कंटाळा असे. एक वेळ एका ब्राह्मणानें तिच्या स्तुतीचा एक ग्रंथ लिहून तिजकडे आणून तिला वाचून दाखविला. तो वाचीत असतां तिनें कांहींएक भाषण केलें नाहीं. नंतर वाचणें संपल्यावर इतकेंच ह्मणाली, कीं मी यत्किंचित् पापिष्ट स्त्री, मला हें वर्णन शोभत नाहीं, असें ह्मणून तिनें तो ग्रंथ **नर्मदेंत** फेकून द्यावयास सांगितलें, व त्या ग्रंथकर्त्या ब्राह्मणास त्या ग्रंथाबद्दल कांहींएक दिलें नाहीं. **अहल्याबाईच्या** ज्या ज्या गोष्टी लिहिल्या आहेत, त्या सर्व उत्तम प्रमाणांच्या आधारावरून लिहिल्या आहेत, व हे आधार **मालकमसाहेबांनीं** जमवले होते; व त्यांनीं

ह्या गोष्टींविषयीं फार बारीक शोध केला होता; इत्यादि वर लिहिलेंच आहे; त्यावरून ह्या गोष्टीविषयीं सयुक्तिक काडीमात्र सुद्धां शंका राहिली नाहीं, असें वाचणारांनीं समजावें. विचार करून पाहतां ही स्त्री लोकोत्तर वाटते. परस्परांस विरुद्ध जे गुण ते हिच्या अंगीं एकत्र वसत होते, असें दिसतें. जातीची बायको असून डामडौल करण्याची बुद्धि तिच्या आंगीं मुळींच नव्हती; स्वधर्मावर पराकाष्ठेची श्रद्धा असून परधर्माच्या लोकांचा द्वेष नाहीं; इतकेंच नाहीं; तर त्यांवर पूर्ण कृपा ती करी; तारुण्य दशेंत वैधव्य प्राप्त झालें असतां; पूर्ण पातिव्रत्य; लक्ष्मी घरीं पाणी वाहत असतां, तपस्व्याची वृत्ति; हातीं अमर्याद राज्य सत्ता असतां, व ती अप्रतिमेय चातुर्यानें चालवीत असतां, जिच्या आंगीं अहंकाराचा लेशही नव्हता; व जें जें कृत्य करावयाचें, तें परमेश्वरास भिऊन करावयाचें; व सर्वांत विशेष गुण हा, कीं आपण स्वतः इतकी शुद्ध व निर्मळ असून दुसऱ्याचे दोष व व्यंगें न काढितां व न्याय न मोडितां, त्यांवर जितकें पांघरूण घालवेल तितकें घालण्याची मोठी इच्छा; हे सर्व गुण खरोखरी पाहतां अगदीं अमानुष दिसतात. माळव्यांतले सर्व लोक अहल्याबाईचें असें वर्णन करितात; व त्या लोकांत किंबहुना सर्व हिंदु लोकांत तिला अहल्या ह्मणून जी प्राचीन काळीं एक महापतिव्रता होऊन गेली, तिचाच अवतार ह्मणतात. जात्यभिमान वगैरे सोडून तिऱ्हाईतानें जरी तिच्या गुणांचा विचार केला तरी त्यास सुद्धां असें ह्मणावें लागेल, कीं ह्या पृथ्वीवर महासज्जन, महापरोपकारी, महापापभीरु, जे जे राज्यकर्ते होऊन गेले, त्यांच्या माळेंत गणण्यासारखी ही स्त्री होती, ह्यांत संशय नाहीं. तसेंच मनुष्यानें चित्तांत ईश्वराचें भय बाळगून सांसारिक कृत्यें केलीं असतां तेणेंकरून त्याचें मन किती उत्तमावस्थेप्रत पावतें; ह्या गोष्टीचें उत्तम उदाहरण ह्या साध्वीच्या चरितांत स्पष्ट दिसून येतें. आतां अहल्याबाईचें हें चरित फार लांब झालें खरें; परंतु हें सर्व लिहिल्यावांचून आमच्यानें राहवेना. जसें एकादा मनुष्य वाळूच्या मैदानांत फिरत असतां व चोहींकडे भण-

भणित रूक्ष व ओसाड रान पाहून त्याचे डोळे त्रासले असतां, एकाएकीं त्या मनुष्यास त्या रानांत सुंदर व हिरवीगार बाग नजरेस पडून त्या मनुष्याचे डोळे समाधान पावतात, व त्याच्या चित्तास आनंद होतो; मग त्यास तो बाग लौकर सोडवत नाहीं; तसें आपल्या देशाच्या इतिहासांत जिकडे पहावें तिकडे लवाड, अप्रमाणिक, व दुष्ट मनुष्यांच्याच गोष्टी पुष्कळ अढळतात, कोणी चांगलीं मनुष्यें अढळलीं तरी त्यांचीं चारित्रें सांपडत नाहींत; ह्यास्तव असलें चरित्र सांपडलें असतां तें लौकर सोडवत नाहीं. अहल्याबाईच्या चरितासारखें चरित्र आपल्याच देशाच्या इतिहासांत दुर्लभ, असें नाहीं; परंतु कोणत्याही देशाच्या इतिहासांत शोधूं लागलें असतां, त्यांत तें सांपडणें दुर्लभच आहे. अशी साध्वी आपल्या देशांत झाली, ही गोष्ट ह्या देशास मोठें भूषण होय, व एथील लोकांचें मोठें सुकृत होय, असें समजावें, असें आम्हास वाटतें.

योग्य अभिमान.

कामक्रोधादि बहुतेक अंतःकरणवृत्तींविषयीं असें आहे, कीं त्या वृत्ति आपल्या स्वाधीन ठेऊन त्यांची यथायोग्य योजना केली, असतां त्या मनुष्याचें सुख वाढवितात, व त्यास शोभा आणितात; पण त्याच वृत्ति उच्छृंखल होऊन त्यांच्या स्वाधीन मनुष्य झाला असतां, त्या त्याच्या दुःखास व अप्रतिष्ठेस कारण होतात. ह्याप्रमाणें एकच अंतःकरणवृत्ति अवस्थाभेदेंकरून गुण होते, किंवा दोष होते. अभिमानाची गोष्ट वर सांगितल्याप्रमाणेंच आहे. अभिमान ह्मणजे थोरपणाची बुद्धि. हिचे विषय अनेक असतात. आपल्या देशाच्या थोरपणाविषयीं जी बुद्धि तीस स्वदेशाभिमान ह्मणतात. तसाच जात्यभिमान, कुलाभिमान, धर्माभिमान, असे अभिमानाचे पुष्कळ प्रकार आहेत. मनुष्याच्या ठायीं देशादिकांविषयीं अभिमान असावा, हें योग्य आहे; व हा अभिमान आंगीं असणें मोठा गुण आहे. ह्या अभिमानाच्या योगानें मनुष्याची आपल्या देशांत विद्या, कला, कौशल्य, संपत्ति, सौख्य वगैरे वाढवण्याविषयीं प्रवृत्ति होते, व वाढवण्याच्या कामांत अनेक प्रकारचे कष्ट पडले, तरी तो सुखानें सोसतो, व अनेक प्रकारचीं संकटें आड आलीं, तरी तो

तीं जुमानीत नाहीं. दुसऱ्यांनीं आपल्या देशाचा नाश करण्याचा किंवा अपमान करण्याचा प्रसंग आणिला असतां, त्यांचें निवारण करण्याकरितां स्वदेशाभिमानी पुरुष मोठ्या संतोषानें आपलें सर्वस्व खर्चावयास राजी होतो इतकेंच नाहीं, तर त्या कामाकरितां प्राणत्याग देखील तो मोठ्या संतोषानें करितो. देशाभिमान हा परिसासारखा आहे. त्याचा संबंध ज्या ज्या गोष्टीस होतो, ती ती गोष्ट त्याच्या संबंधानें उत्तम व सुखावह होते; त्याच्या संबंधानें हालांचा हालपणा जातो; संकटांचें प्रतिबंधकत्व नाहींसें होतें; धननाश, प्राणनाश हे हितावह व सुकृतानें प्राप्त होणारे पदार्थ असें वाटूं लागतें. असे प्रसंग येऊन आपल्या हातून देशाची चाकरी घडावी, असा स्वदेशाभिमानी मनुष्यांचा नवस असतो.

हा स्वदेशाभिमान नुसता असून उपयोग नाहीं. त्याची योग्य योजना करावयास मनुष्याच्या आंगीं युक्तायुक्त विचार पाहिजे. आपल्या देशांतल्या वास्तविक दोषांचा अभिमान मनुष्यास असूं नये, व आपल्या देशाचें बरें करण्याकरितां, किंवा त्यास थोरपणा आणण्याकरितां, किंवा तो वाढवण्याकरितां त्यानें अयोग्य व नीच उपायांचें अवलंबन कदापि करूंनये; व आपणास आपला देश जसा प्रिय व त्याचा उत्कर्ष व्हावा, असें आपणास जसें वाटतें; तसा दुसऱ्यास त्याचा देश प्रिय असतो, व त्यास त्याच्या देशाची बढती होण्याची इच्छा असते, असें सर्वांनीं मनांत आणून, दुसऱ्याचा उपमर्द करण्यास प्रवृत्त होऊं नये. अन्यायकर्म स्वभावतः वाईट होय; मग तें मनुष्यानें स्वहितार्थ किंवा स्वदेशहितार्थ केलें तरी त्यांत त्यास चांगलेपण नाहीं. स्वदेशाचा अभिमान हा गुण आहे; ह्मणून त्यावरून परदेशाचा द्वेष करणें गुण होत नाहीं. आपल्या देशांतलें वास्तविक सुख व त्याची वास्तविक योग्यता वाढण्यास दुसऱ्या देशांत त्या गोष्टी कमी होण्याची अगदीं गरज नाहीं. खरा आनंद व खरी योग्यता हे पदार्थ सापेक्ष नाहींत. साखरेची गोडी, गुलाबाच्या फुलांचें सौंदर्य, मोतियाच्या फुलाचा सुवास, इत्यादि

गुणांनीं मनुष्यास सुख होण्यास व त्या पदार्थास योग्यता येण्यास, दुसऱ्या पदार्थांची अपेक्षा नाहीं. ह्याचप्रमाणें एका देशांत विशेष धन होण्यास व त्या देशांतलें चातुर्य व ज्ञान वाढण्यास दुसऱ्या देशांत त्या गोष्टी कमी असण्याची काय गरज आहे? योग्य देशाभिमान वाहणारा पुरुष आपल्या देशाचा वास्तविक उत्कर्ष इच्छितो, दुसऱ्याचा अपकर्ष तो इच्छित नाहीं.

देशाभिमान वाहणाऱ्या व स्वदेशाच्या हिताकरितां प्राणत्याग करण्यास उदार झालेल्या पुरुषांचीं मोठमोठीं उदाहरणें युरोपखंडाच्या प्राचीन व अर्वाचीन इतिहासांत फार अढळतात. प्राचीनकाळचे ग्रीक लोक, रोमनलोक, अर्वाचीन काळचे स्वित्सर्लंदांतले वगैरे लोक, ह्यांमध्यें स्वदेशाभिमान बाळगणें मोठा गुण लेखीत असत. ह्या लोकांत आपल्या देशाच्या कल्याणाकरितां, ज्यांनीं बहुत दुःखें सोसिलीं आहेत, मोठमोठ्या सुखास व ऐश्वर्यास लात मारिली आहे, व प्रसंगीं हर्षानें प्राण खर्चिले आहेत, असे पुष्कळ पुरुष अढळतात. अशा पुरुषांचा त्या लोकांत पराकाष्ठेचा मान असे. जिवंतपणीं त्यांस पुष्कळ चाहत; व मेल्यावर त्यांच्या कृत्यांचीं, गीतें होत, व तीं लहान मोठया सर्वांच्या तोंडीं असत. देशाभिमान वागविणारा पुरुष अति थोर, व तो अभिमान ज्याच्या आंगीं नाहीं तो अति नीच, अशाप्रकारच्या गोष्टी, मुलांस समजावयास लागल्यापासून त्यांच्या कांनीं पडत व त्यांस त्या गोष्टी नेहमीं शिकवीत, व देशाभिमानी पुरुषांची प्रतिष्ठा त्यांच्या नजरेस पडे, इत्यादि अनेक कारणांनीं ती अंतःकरण वृत्ति त्यांचेठायीं दृढ होत असे. आपल्या ह्या देशाच्या इतिहासांत देशाभिमानाचीं फार उदाहरणें सांपडत नाहींत; परंतु त्यावरून ती वृत्ति अगदीं नाहीं, असें म्हणतां येत नाहीं. ती वृत्ति रूपांतरानें पुष्कळ ठिकाणीं दृष्टीस पडते. ज्यास आपल्या विशेष गांवांचा अभिमान आहे, व त्या गांवांचा उत्कर्ष होण्यास झटणारे, असे लोक ह्या देशांत पुष्कळ होते, व अद्यापि आहेत. पुरंदऱ्यास सासवडचा, रास्त्यांस वाईचा, पटवर्धनास सांगली, मिरज, वगैरे आपआपल्या गांवाचा मोठा अभिमान असे; इतकें तर काय, हल्लीं बहु-

तेक गांवच्या कुळव्यांस त्या त्या गांवचा मोठा अभिमान असतो. ह्या लोकांचीही वृत्ति अशी संकुचित होण्यास अनेक कारणें झालीं आहेत. हा देश पराकाष्ठेचा मोठा पडला, त्यांत तो फार दिवस परकीय लोकांच्या हाताखालीं होता, व ह्या देशाचे लोकांस राज्यकारभाराकडे लक्ष देण्याचा प्रसंग प्रायः नसे. ह्या सर्व गोष्टींमुळें आपल्या गांवांच्या पलिकडल्या गोष्टी त्यास परकीय वाटून ते त्यांविषयीं उदासीन असत. हल्लीं सर्व एका सत्ते खालीं येऊन सर्व कारभार वगैरे एका रीतीनें चालू लागला आहे; लोखंडी रस्ते वगैरे होऊन निरनिराळ्या लोकांचें विशेष दळण वळण होऊन विशेष संबंध होण्याचा रंग आला आहे. तसेंच बहुतकरून सर्वांस एकाच प्रकारची विद्या व शिक्षा प्राप्त होत आहेत. व इंग्रजी ग्रंथाच्या अभ्यासानें स्वदेशाभिमान असणें मोठें भूषण आहे असें वाटावयास लागलें आहे. ह्या सर्व कारणांवरून आपल्या सर्व हिंदुस्थानच्या लोकांस एकत्व प्राप्त होऊन स्वदेशाभिमान उत्पन्न होईल, अशी आशा आहे.

देशाभिमान व जात्यभिमान कधीं कधीं एकच झाल्यासारखे होतात. ह्यास्थळीं ब्राम्हण शूद्र इत्यादि धर्मकृत जाति घ्यावयाच्या नाहींत; तर भाषा, धर्म, रीतीभाती, इत्यादि गोष्टी ज्यांच्या सारख्या व इतर लोकांच्यापेक्षां भिन्न असतात, त्यालोकांची एक जात असा अर्थ घ्यावयाचा; किंबहुना ब्राह्मण, शूद्र, वगैरे जाति सुद्धां मुळीं वर सांगितलेल्याच कारणांनीं झाल्या, असें कितीएक लोकांचें मत आहे. आतां तें मत खरें किंवा खोटें ह्याचा विचार आम्हीं येथें करीत नाहीं. अशा प्रकारचा जात्यभिमान बहुतेक सर्व लोकांत सांपडतो. ग्रीक लोकांतला देशाभिमान कांहीं अंशीं जात्यभिमानासारखा होता. त्या लोकांस त्यादेशांतल्या सर्व लोकांचा अभिमान होता, असें म्हणता येत नाहीं. त्याच देशांतले जुने जे लोक होते, व ज्यांस, त्यांनीं दास केलें होतें, त्यांस त्या राज्यांत फारच दुःख व इजा असत. तशीच रोमन लोकांची गोष्ट कांहीं अंशीं अशीच

होती. तशीच ऐर्लंदांतल्या इंग्रजलोकांचा व युनैतेड्स्तेतच्या लोकांचा देशाभिमान जात्यभिमानरूपच आहे.

स्वाभिमान ह्मणून अभिमानाचा एक योग्यप्रकार सांगितला; त्याचें थोडेंसें विवरण करितों. ज्या अभिमानानें आपल्या आंगचा थोरपणा वाढण्याची मनुष्यांची प्रवृत्ति होते, व दुसऱ्यानें केलेला तिरस्कार व उपमर्द साहत नाहींत; त्या अभिमानास स्वाभिमान ह्मणावें. मनुष्याच्या हा गुण आंगीं असणें फारच अवश्यक आहे. ज्याच्या आंगीं हा गुण नाहीं, ज्यास अपमानापासून व उपमर्दापासून वाईट वाटत नाहीं, तो मनुष्य अगदीं निर्माल्य व कवडीचा माल होय. **रामशास्त्री** ह्मणून **थोरल्या माधवरावाच्या** कारकीर्दींत व **सवाई माधवरावाच्या** कारकीर्दींत एक मोठा विद्वान् व निस्पृह ब्राम्हण होता. ह्या दोन राज्यांत त्याच्याकडे न्यायाधीशीचें काम होतें. ह्या ब्राम्हणाचें दरबारी लोकांत व बाहेरच्या लोकांत जितकें वजन होतें, इतकें वजन त्यावेळीं दुसरें कोणाचें नसेल. **थोरला माधवराव** पराकाष्ठेचा कडक व पराकाष्ठेचा आग्रही असतां ही, तो **रामशास्त्री** ह्यांस वचकत असे, त्यांचा शब्द तो कधीं मोडीत नसे. असो हा पुरुष इतक्या योग्यतेस वाढण्यास स्वाभिमान कारण झाला. त्याची गोष्ट अशी सांगतात, कीं तो पूर्वीं कोणी एका गृहस्थाच्या घरीं शिष्येगिरीच्या चाकरीस होता. त्यावेळेस त्याचें वय एकुणीस वीस वर्षांचें होतें. त्या गृहस्थास चौकडे करावयाचे होते, त्याकरितां त्यानें कितीएक मोत्यांच्या मोठमोठ्या जोड्या आणविल्या होत्या. ह्या जोडयांची परीक्षक लोक परीक्षा करीत असतां, तो गृहस्थ पाय धूत होता व **रामा** शिष्या त्याच्या पायांवर पाणी घालीत होता; परंतु त्या वेळीं **रामाचें** लक्ष्य मोत्यांच्या जोडयांकडे जाऊन पाणी यजमानाच्या पायांवर पडावें, ते मोरींत पडूं लागलें. तेव्हां यजमानानें कांहींसें रागावून "तुझें मन शुद्धीवर नाहीं; कोठें गेलें आहे" ह्मणून विचारिलें असतां, **रामानें** प्रांजळपणें उत्तर केलें, कीं महाराज, माझें मन मोत्यांच्या जोडीकडे गेलें होतें. मला वाटतें, कीं आपण असल्या मोत्यांचा चौकडा घालावा. त्यावेळीं यजमान

हसून म्हणाला, कीं ज्यानें सभा जिंकिली आहे, अशा विद्वानास, किं-वा ज्यानें तरवार गाजविली आहे, अशा शिपायास चौकडा शोभतो; शिष्यास शोभत नाहीं. असें यजमानाचें भाषण ऐकून **रामानें काशीस** जाऊन विद्याभ्यास करण्याचा निश्चय केला, व त्याचा दृढनिश्चय पाहून यजमान चांगला, उदार व परोपकारी होता, त्यानें द्रव्यद्वारें त्यास सहाय्य केलें. नंतर **रामानें काशीस** जाऊन विद्येविषयीं इतका परिश्रम केला, कीं **रामा शागिर्दाचे** महाविख्यात **रामशास्त्री** झाले. असो. हें सर्व कृत्य स्वाभिमानाचें होय. ह्या प्रकारचीं उदाहरणें **मराठ्यांच्या** राज्यांत व **मुसलमानांच्या** राज्यांत पुष्कळ झालीं आहेत.

स्वाभिमान अयोग्य रीतीनें वाढला म्हणजे त्यास गर्व असें नांव प्राप्त होतें. गर्व हा मोठा दोष आहे. ह्याच्या योगानें मनुष्याचा स्वतःचा अनेक प्रकारें नाश होतो, व दुसऱ्यांस पुष्कळ दुःख होतें. स्वाभिमान असून, ज्याच्या आंगीं युक्तायुक्त विचार असतो, तो मनुष्य गर्व करीत नाहीं. त्यास विचाराच्या योगानें कळतें, कीं आपला उपमर्द लोकांनीं केला असतां, आपणास जसें दुःख होतें; तसेंच आपण दुसऱ्याचा उपमर्द केला असतां, त्यासही होईल. तसेंच दुसऱ्याचा उपमर्द करून आपल्या आंगीं वास्तविक थोरपणा येत नाहीं, हेंही तो समजत असतो; पण कधीं कधीं योग्य स्वाभिमान बाळगणाऱ्या मनुष्यासही मूर्ख व स्वतः गर्विष्ठ असे लोक गर्वाचा दोष लावितात. ज्या मनुष्यास स्वाभिमान असतो, त्यास दुसऱ्याची मिथ्या स्तुति करून आपणाकडे नीचपणा घेण्याचा व दुसऱ्याची नीचपणें खुशामत करण्याचा वगैरे त्रास असतो. तो दुसऱ्याचें हलकें उत्तर सोशीत नाहीं ह्यावरून मूर्ख लोक त्यास गर्विष्ट म्हणतात; पण दुसऱ्याचा उपमर्द करणें हें गर्वाचें वास्तविक लक्षण होय आणि वास्तविक विनय म्हटला म्हणजे आपल्या गुणांचा डौल नमिरवणें, दुसऱ्यास योग्य मान देणें, व योग्य रीतीनें मृदु भाषण करून दुसऱ्याचें मन संतुष्ट करणें, हाच होय. ह्यावरून वास्तविक स्वाभिमान व वास्तविक विनय ह्यांचा विरोध आहे; असें आम्हांस वाटत नाहीं.

ज्या मनुष्यांत स्वाभिमान असतो, त्यास पराधीनपणाची मोठी लाज असते. ज्या गुणानें किंवा कसबानें आपला निर्वाह आपणास कारितां येईल, दुसऱ्याच्या तोंडाकडे पहावयाची गरज लागणार नाहीं; असा गुण किंवा असें कसब संपादण्याविषयीं स्वाभिमानी पुरुष झटत असतो. जो पराधीन झाला, त्याचा स्वाभिमान सुटत जातो. जो आज एक प्रकारचा अपमान सोसतो, त्याचा एकच प्रकारचा अपमान होऊन रहात नाहीं. एकवेळ अपमान सोसला ह्मणजे, दुसऱ्यांदा होतो; दुसऱ्यांदा सोसला ह्मणजे तिसऱ्यांदा ह्याप्रमाणें त्याचा अधिकाधिक अपमान होऊन शेवटीं त्यास कोणत्याही गोष्टीची शरम वाटेनाशी होते. श्रीमंतांच्या घरीं आश्रित मनुष्यांत वर सांगितलेल्या प्रकारचीं निर्लज्ज मनुष्यें पुष्कळ असतात. अशीं मनुष्यें जन्मास येऊन न आल्यासारखींच होत; किंबहुना मनुष्यजातीस तीं केवळ कलंक असें म्हटलें तरी चालेल. तर अशी अवस्था नाहींशीं होण्यास वास्तविक उपाय हाच, कीं प्रत्येक मनुष्यानें, लोकांत ज्याची चहा आहे, असा कांहीं तरी गुण शिकत जावा; व स्वाभिमान असणें हें चांगलें, तो ज्यास नाहीं, तो मनुष्य अगदीं गैर; अशी लोकांत साधारण समजूत झाली पाहिजे.

अभिमानाच्या सर्व प्रकारांत उत्तम प्रकार म्हटला ह्मणजे सत्याभिमान. मनुष्यास सत्य ह्मणून जी गोष्ट वाटते, ती निर्भयपणें बोलणें व त्या गोष्टीस कोणी दूषण दिलें असतां, त्याचें निवारण करणें, इत्यादि कृत्यांविषयीं मनुष्याची प्रवृत्ति सत्याभिमानानें होते. आपणास जीं मतें किंवा ज्या गोष्टी खऱ्या वाटत असतात, त्या कोणाएकास आवडत नाहींत; ह्याकरितां त्यापुढें त्या गोष्टी किंवा तीं मतें जो जो चोरितो, किंवा त्यांची निंदा ऐकतो, व कधीं कधीं आपण स्वमुखें निंदा कारितो; तो मनुष्य मोठा नीच व पातकी समजावा. आतां हीं मतें किंवा गोष्टी वास्तविक खोटया असल्या तरी, त्या, त्यास जोपर्यंत खऱ्या वाटत आहेत, तोपर्यंत त्यांची निंदा करण्यांत त्याला पातकच आहे, ह्यांत संशय नाहीं. ह्या

स्थलीं पदार्थगत खरेपणा उपयोगी नाहीं; मनुष्यास खरें जें भासतें, तेंच, " खरें " ह्या शब्दानें समजलें पाहिजे. पहा एका मनुष्यानें वास्तविक चोरी केली आहे; पण ती दुसऱ्या एका मनुष्यास ठाऊक नसतां, व उलटें त्यानें ती केली नाहीं, असें त्यास वाटत असतां, तो दुसरा मनुष्य पहिल्या मनुष्यानें चोरी केली म्हणून जर शपथपूर्वक साक्ष देईल; तर त्यास खोटी शपथ वाहिल्याचा व खोटी साक्ष दिल्याचा दोष येणार नाहीं काय? तो जी गोष्ट म्हणतो, ती वस्तुगत्या खरी आहे, तरी, तेणेंकरून त्याचा दोष व नीचपणा हे तिळमात्रही कमी होत नाहींत. ह्याप्रमाणेंच मतांची गोष्ट आहे. जें मत आपणांस खरें वाटतें; त्याचा सर्वकाळ अभिमान धरणें आपणांस अवश्य आहे; त्याची निंदा करितां उपयोगी नाहीं. आतां आपलीं मतें खोटीं असण्याचा संभव जर आपणास वाटत असेल; तर त्यांचा आपण नेहमी विचार करावा; परंतु जोंपर्यंत त्यांच्या खोटेपणाविषयीं आपली खातरी झाली नाहीं; तोंपर्यंत त्यांस खोटें म्हणणें फार वाईट होय.

सत्याभिमानी पुरुषाच्या गोष्टी युरोपाच्या इतिहासांत पुष्कळ सांपडतात. धर्मांतील मताविषयीं व लौकिक शास्त्रांतील मताविषयीं प्रामाणिक व सत्यपक्षपाती पुरुषांनीं अनेक दुःखें भोगिलीं आहेत, व कधीं कधीं जीव सुद्धा दिला आहे; पण त्यांस ज्या गोष्टी खऱ्या वाटल्या, त्याचा त्याग त्यांनी कधीं केला नाहीं; व ज्या खोट्या वाटल्या, त्याचा अंगीकार केला नाहीं. आतां त्यांनीं धर्मसंबंधी ज्या मतांविषयीं इतकी इजा सोसली, तीं मतें वास्तविक खोटीं असलीं तरी त्या पुरुषांच्या आंगचा सत्याभिमान व सत्यप्रीति हीं कमीं म्हणतां येत नाहींत; कारण त्यांनीं जो अभिमान धरिला, तो तीं खोटीं समजून धरिला नाहीं; तर खरीं समजून धरिला. पहा आपल्या पेक्षां अगदीं विरुद्ध मतें ज्यांस खरीं वाटताहेत आणि आपलीं मतें ज्यांस खोटीं वाटताहेत, असल्या पुरुषांनीं आपल्या स्वतःच्या मतांचा अभिमान धरून त्या मतांबद्दल दुःख भोगिलें असतां, आपणास त्यांस सत्याभिमानी समजून त्यांची स्तुतिच केली पा-

हिजे. सर्वज्ञ ह्मटला ह्मणजे एक ईश्वरमात्र होय; त्याला मात्र सर्व गोष्टींचें यथार्थ ज्ञान आहे. आपण सर्व मनुष्यें बुद्धीनें वगैरे कोतीं आहो. आपणास अनेक प्रकारच्या भ्रांति होण्याचा संभव आहे. आपणास आज ज्या गोष्टी खऱ्या वाटत असतात, त्याच उद्या कधीं कधीं खोटया जसें नजरेस येतें; व कधीं कधीं ह्याच्या विपरीत होतें तसेंच एका मनुष्यास एका गोष्टीविषयीं किती माहिती असली, तरी दुसऱ्या अनेक गोष्टींविषयीं त्यास अगदीं अज्ञान असतें. तेव्हां अशीं अल्पज्ञ, सर्वकाळ भ्रांति पावणारीं जीं आपण मनुष्यें, ह्यांनीं एकमेकांच्या विरुद्ध मतांविषयीं द्वेष करून एकमेकांस दु:ख देणें, हें मोठें मूर्खपणाचें व दुष्टपणाचें कृत्य आहे.

स्वाभिमान पुरुषांत राहण्याविषयीं व तो वाढवण्याविषयीं स्वतंत्रता जशी कारण आहे, तशीच ती त्याचे ठायीं सत्याभिमान राहण्यासही कारण आहे. जो मनुष्य दुसऱ्याचा मिंधा असतो, व दुसऱ्याच्या जिवावर पोट भरितो, तसल्या मनुष्याच्या आंगीं सत्याभिमान राहत नाहीं. मतभेदास्तव द्वेष करणें वास्तविक पाहतां वाईट खरें, तथापि अशा समजुतीनें वागणारे लोक फार थोडे. ह्यास्तव परोपजीवि मनुष्यास आपलीं मतें आपल्या यजमानाच्या मतांशीं विपरीत असल्यास त्यास तीं गुप्त राखावीं लागतात, व बाहेरून यजमानाच्याच मताचीं चहा करावी लागते, व प्रसंगच पडल्यास आपल्या स्वत:च्या मताची निंदा करावी लागते. मग तो असें करूं लागल्यास त्याच्या आंगीं सत्याभिमान व सत्यप्रीति हे गुण कसे वाढतील बरें ? कदापि वाढणार नाहींत.

आतां सत्याभिमानास स्वतंत्रता जशी कारण आहे, तसेंच सत्याभिमान धरणें चांगलें अशी लोकांत सामान्य समजूत असणेंही कारण आहे. सत्याभिमानी पुरुष, थोर व स्तुत्य, व तोंडपुजे पुरुष ढोंगी व नीच व निंद्य, असें पुष्कळ लोकांस वाटूं लागलें पाहिजे. असें झालें ह्मणजे लोकांत तो गुण विशेष वाढत जातो. आतां अभिमानापासून मनुष्यमात्राचें हित किती झालें आहे, हा विषय मोठा आहे, पण विचार केल्यास समजण्यास सुलभ आहे; ह्यास्तव त्या विषयाचें नि-

रूपण ह्या स्थलीं केल्यास हा धडा फारच मोठा होईल; ह्यास्तव तें निरूपण येथें करीत नाहीं.

ताजमहाल.

आपल्या मागें आपलें नांव रहावें ही इच्छा मनुष्यमात्राचेठायीं असते; व ह्या इच्छेच्या योगानें कितीएक मनुष्यें आपल्या सामर्थ्यानुरूप व बुद्ध्यनुरूप अनेक प्रकारचीं कामें करून आपलें नांव आपल्या मागें ठेवितात. कोणी थडगीं, छत्र्या, देवालयें, घांठ, धर्मशाळा, विहिरी पूल वगैरे इमारती बांधितात; कोणी पुतळे करवितात, व तसबिरी काढवितात; कोणी ग्रंथ लिहितात. मनुष्याच्या आंगची ही इच्छा वास्तविक पाहतां फार चांगली आहे. हिजपासून जगांत अनेक प्रकारची उत्तम कार्यें होतात; परंतु त्या कार्यांचें वर्णन ह्या स्थलीं कर्तव्य नाहीं; ह्या कारितां तें करीत नाहीं. लोकांनीं आपली आठवण पुढें रहावी ह्या बुद्धीनें बांधून ठेविलेल्या इमारती अनेक देशांत सांपडतात. **मिसर** देशांतल्या प्राचीन राजांनीं त्या देशांत मोठमोठे मनोरे बांधून ठेविले आहेत त्या मनोऱ्यास इंग्रजी भाषेंत " पिरमिद " म्हणतात. हे मनोरे बांधून किती वर्षें झालीं आहेत, ह्याचा बरोबर शोध हल्लीं लागत नाहीं. निदानपक्षीं त्यास तीन साडेतीन हजार वर्षें तरी झालीं असावीं, व त्या इमारती फारच मोठ्या आहेत, व फारच ऊंच आहेत; ह्मणून सांगतात. तसेंच आपल्या देशांत पुष्कळ ठिकाणीं डोंगरांत खडक खोदून कामें केलीं आहेत, त्यांस लेणीं किंवा पांडवकृत्यें, असें म्हणतात. हीं कामें फार प्राचीन व उत्तम प्रकारचीं आहेत. असो. तसें **मुसलमान** लोकांनीं ह्या देशांत पुष्कळ उत्तम इमारती बांधिल्या आहेत. **विजापुरास इब्राहीम अदिलशहा** ह्याची मोठी मशीद आहे व **औरंगाबादेस मुकुरुवा** ह्मणून मोठी व शोभायमान मशीद आहे; पण असल्या इमारती **उत्तर हिंदुस्थानांत** फारच नामी आहेत. **दिल्लीच्या मोगल बादशहांच्या** हातीं जेवढा अम्मल होता व त्यांच्या पदरीं जेवढें ऐश्वर्य होतें, तेवढा अम्मल व तेवढें ऐश्वर्य अनुभवणारे राजे फारच थोडे झाले

असतील. त्या पादशाहांच्या कारकीर्दींत कांहीं फारच उत्तम इमारती झाल्या आहेत, आणि त्या सर्वांत ताजमहालासारखी इमारत तर दुसरी झाली नाहीं. त्या ताजमहालाचें येथें थोडेंसें वर्णन करितों. हें वर्णन मीं इंग्रजी ग्रंथांच्या आधारानें केलें आहे.

ताजमहाल ही इमारत **आग्रा** नामें शहरापासून दीड कोशावर **यमुना** नदीच्या पश्चिम तीरावर आहे. ह्या इमारतीपेक्षां विशेष शोभायमान, विशेष भव्य, व विशेष सुंदर इमारत सर्व पृथ्वीवर दुसरी कोठेंही नाहीं. ही इमारत फार मोठी आहे, असें नाहीं; पण तिचें सौंदर्य, तिच्या निरनिराळ्या अवयवांचे यथायोग्य परिणाम, त्या प्रत्येक अवयवाच्या बांधणींत व्यक्त झालेलें बांधणाऱ्याचें अनुपमेय कसब, व एकंदर इमारतीचा अलौकिक व नाजूक घाट, इत्यादि गोष्टी पाहिल्या असतां पाहणारा आश्चर्यानें अगदीं थक्क होऊन जातो व आनंद त्याचे मनांत मावेनासा होतो. ही मशीद बांधून सुमारें दोनशांपेक्षां अधिक वर्षें होऊन गेलीं आहेत, तरी ती जशी काल बांधावी, अशी नवीन व नाजूक अद्यापि दिसते, असें सांगतात. ही सर्व इमारत पांढऱ्या संगमरवरी दगडाची आहे. हे दगड पांढरे असून त्यांत किंचित काळसर रंगाची झांक मारिते; तेणें करून ते शानदार दिसतात. ही इमारत संगमरवरी दगडांच्या चहुत्र्यावर आहे, व त्या चहुत्र्यावर चार कोपऱ्यावर चार त्याच जातीच्या दगडाचे मनोरे आहेत, व एकंदर सर्व इमारतीवर आंतून व बाहेरून उत्तम प्रकारची नक्षी खोदिली आहे. पांढऱ्या भुईवर नानाप्रकारच्या चित्रविचित्र रंगाचे खडे बसवून भिंतीवर वगैरे फारच सुबक वेलबुट्टी काढिली आहे. दारांच्या व खिडक्यांच्या महिरपांवरून पांढऱ्या दगडांत काळे खडे बसवून शाईनें पांढऱ्या कागदावर लिहिल्यासारखी **अरबी** लिपींतलीं अक्षरें दाखविलीं आहे, व त्या अक्षरांनीं **कुराणांतलीं** वाक्यें लिहिलीं आहेत, असें ह्मणतात. मशीदींचे मुख्य घुमट, व चार लहान घुमटें, व त्या सर्वांवरचे कळस ह्यांवरही उत्तम प्रकारची नक्षी खोदिली आहे, व नानाप्रकारच्या रंगाचे खडे बसवून चमत्कारिक फुलें दाखविलीं आहेत. घुमटाचा आकार आंड्यासारखा लांबट व

वाटोळा आहे; व ह्या आकार शिल्पशास्त्रजाणते व मार्मिक पुरूष फार चाहतात.

ही मशीद **शाहाजहान** पादशहानें, आपली राणी **अर्जमंदबानू** हिचें नांव राहण्याकारितां बांधली. पुढें **शाहाजहान** पादशाह मरण पावल्यावर त्याचा पुत्र जो **औरंगजेब** पादशाह, ह्यानें त्यास ह्याच इमारतींत **बानूच्या** शेजारीं उजवीकडे पुरून तिच्या थडग्या शेजारीं त्याचें थडगें बांधिलें आहे. ही मशीद बांधतांना राणी करितां मात्र बांधिली होती; ह्यास्तव मुख्य गाभाऱ्याच्या मध्यभागीं तिचें मात्र थडगें केलें आहे; व त्याच्या शेजारीं दुसरें थडगें केल्यामुळें तीं दोन्हीं थडगीं मधोमध नसल्यामुळें मुळची शोभा कांहीं कमी झाली आहे. मुळीं राणीच्या थडग्या भोंवतालीं सोन्याचें व रुप्याचें जाळीदार मखर होतें. **शाहाजहानास** पुरल्यावर **औरंगजेबानें** तें मखर काढून दोन्ही थडग्यां भोंवतालीं संगमरवरी दगडाचें अष्टकोन मखर केलें आहे. ह्या मखरावरच्या जाळ्या व नक्षी हीं फारच सुरेख आहेत. मखराच्या आठ बाजूपैकीं प्रत्येक बाजूचे तीन भाग करून त्या प्रत्येक भागांत जाळ्या खोदल्या आहेत, त्या जाळ्या शुभ्र हस्तिदंतीं जाळ्या सारख्या सुरेख व नाजूक दिसतात. प्रत्येक भागाच्या कडांवर नानाप्रकारेंच खडे बसवून फुलें व वेल दाखविले आहेत. एकेका फुलांत बहात्तर खडे आहेत. थडग्यांवर ही अशाच प्रकारची नक्षी केली आहे, व मध्य भागीं काळ्या खडयानीं अरबी लिपींतलीं अक्षरें दाखविलीं आहेत.

ह्या मशीदींत शिरल्याबरोबर तेथील अंधक उजेड पाहून व गंभीर प्रतिध्वनी ऐकून मनुष्याच्या मनांत एकदम कांहीं एक चमत्कारिक वृत्ति उत्पन्न होते. जसें एकाद्या देवळांतल्या गाभाऱ्यांत शिरावें, आणि तेथें कांहीं थोडा उजेड व थोडा अंधकार असावा, व कितीएक तपस्वी लोक गंभीर मुद्रेनें ध्यान करिताहेत, कितीएक भजनपूजनांत गुंतले आहेत, असें दृष्टीस पडावें आणि तें सर्व पाहून अंतःकरणांत कांहीं भय, कांहीं पुज्यबुद्धी असा कांहीं चमत्कारिक भाव उत्पन्न होतो, संसारांतले विचारांची विस्मृति पडते, तसें ह्या मशीदींत गेलें असतां चित्ताचि भा-

वना कांहीं वेळ होते. ह्या ठिकाणीं जें बोलावें, तेंच तो गाभारा उलटून बोलतो, असें वाटतें. व ह्या प्रतिध्वनीचा आवाज मेघगर्जनेसारखा गंभीर ऐकूं येतो.

प्रत्येक कमाणीला खिडकी आहे, व तिच्या चवकटी संगमरवरी दगडाच्या आहेत. मुख्य गाभाऱ्यांत पादशाह व राणी ह्यांची थडगीं आहेत ह्मणून सांगितलें; पण हीं थडगीं वास्तविक नव्हतीं, तर ह्या गाभाऱ्याखालीं एक तळघर आहे त्यांत ह्या दोघांच्या कफणी पुरून त्यांचीं वास्तविक थडगीं तेथें खालीं आहेत व वरच्या महालांतलीं थडगीं दर्शनीं मात्र होत **मुसलमान** लोकांत खालीं व वर अशा दोन ठिकाणीं थडगीं करण्याची चाल आहे. असो, हें तळघर चौकोनी आहे, व संगमरवरी दगडांचें बांधिलें नाहीं. ह्या तळघरांत जाण्याकरितां पूर्वीं रुप्याचा दरवाजा होता. हल्लीं तो दरवाजा लांकडी आहे.

ही इमारत चौकोनी आहे ह्मणून वर सांगितलें आहे. हिच्या प्रत्येक बाजूमध्यें एक मोठी कमाण व दोहों आंगांस दोन लहान लहान कमाणी, अशा तीन कमाणी आहेत, व कोपरे छाटून घेऊन चार कोपऱ्यांस चार लहान लहान कमाणी आहेत. ह्या कोपऱ्यांतल्या कमाणीच्या ज्या बाजूसमोर आपण उभें रहावें, त्या बाजूच्या आहेतः असें वाटतें व मधल्या गाभाऱ्याच्या सभोंवतीं मुख्य दिशेस चार चौकोनी जागा व चार कोपऱ्यास चार अष्टकोनी जागा अशा आठ जागा आहेत, व ह्या सर्व जागा फारच मनोहर आहेत. दुसऱ्या मजल्यावरही अशाच आठ जागा आहेत.

ही इमारत संगमरवरी ज्या चहूत्र्यावर आहे, त्याचें क्षेत्र तीनशें पन्नास फूट आहे, व त्याची उंची वीस फुटांपेक्षां अधिक आहे. ह्या चहुत्र्याच्या चारी कोपऱ्यांवर चार मनोरे आहेत. ह्या मनोऱ्यांच्या बैठकी अष्टकोणी आहेत, व त्यांचा घेर ऐशी फूट आहे. प्रत्येक मनोऱ्याच्या सोटाचा व्यास मुळाशीं वीस फूट आहे, व एकंदर मनोऱ्याची उंची सुमारें दीडशें फूट आहे. हे मनोरे पांढऱ्या संगमरवरी दगडांचे असून त्या-

वर चित्रविचित्र रंगाचे खडे बसवून मोठी रमणीय नक्षी केली आहे, व त्यांची बांधणूक फारच सुंदर व नाजूक आहे. चहुतऱ्याखालीं साध्या दगडाची चिरेबंदी आहे. तिचें एकंदर क्षेत्र सुमारें नऊशे फूट असेल, असें वाटतें. त्या चिरेबंदीच्या चोंही बाजूंस चार मशीदी आहेत, व चार कोपऱ्यांस चार अष्टकोणी शानदार बुरूज आहेत.

ताजमहालाभोंवतालीं मोठी विस्तृत बाग आहे. तींत नानाप्रकारच्या उत्तम झाडांचे ताटवेचे ताटवे लागून गेले आहेत; व त्या झाडांवर चित्रविचित्र अनेक रंगांचीं फुलें विकसलीं ह्मणजे फारच मौज दिसते. तेथें गगनचुंबित असे मोठेमोठे जुनाट वृक्षही पुष्कळ आहेत. ह्या बागेंत मुख्य थोरल्या दरवाज्यापासून ताजमहालापर्यंत दोन्ही बाजूंनीं झाडें व मध्यें कारंज्यांची एकसारखी एक लांब रांग लागलेली आहे. थोरल्या दरवाज्याचें काम ही फारच शानदार आहे; व त्यावरही नानातऱ्हेची वेलबूट काढिली आहे. ह्या दरवाज्यावर घुमटें आहेत. त्यांत उभें राहून बागेंत पाहिलें असतां, देखावा अत्यंत रमणीय दिसतो. बागेंतलीं कारंजीं उडत असतात, व भोंवतालच्या फुलांचा मधुर सुगंध पसरत असतो, व चोंहींकडे नानाप्रकारचे सुंदर व नाजूक रंग दिसत असतात, व पक्ष्यांचे मंजूळ शब्द कानीं पडत असतात, त्यावेळेस मनुष्यास, जसें काय आपण **इंद्राच्या नंदन** वनांतच उभें आहों, असें वाटतें. ह्या बागेच्या भोंवतालीं एक मोठा व उंच तांबूस दगडांचा तट आहे, व ह्या तटाच्या एका बाजूस यमुना नदीचा प्रवाह वाहत आहे.

हें वर जें ह्या स्थलाचें वर्णन केलें, हें कोणास अत्युक्ति वाटेल; पण ह्यांत अत्युक्ति अगदीं नाहीं. ह्या स्थलाच्या वास्तविक सौंदर्याच्या शतांशाचेंसुद्धां वर्णन झालें नाहीं. अशीं स्थळें डोळ्यांनीं साक्षात् पाहिल्यावांचून त्यांचें वास्तविक ऐश्वर्य मनांत येत नाहीं. जसें ज्यानें हत्ती जन्मांत पाहिला नाहीं, त्यानें हत्तीचें कितीही वर्णन वाचलें, तरी त्या वर्णनावरून, डोळ्यांनीं तें जनावर पाहून जी कल्पना येते, ती कदापि येत नाहीं; ह्याप्रमाणें मोठाल्या सुंदर इमारतींची गोष्ट आहे. ताजमहाला-

सारखीं अलौकिक कामें जगांत थोडींच आहेत. कोणत्या देशचा मनुष्य असो, त्यानें ही इमारत पाहिली असतां, तो आश्चर्यानें थक्क होऊन तोंडांत बोट घालून पाहत राहतो. पुष्कळ कुशल व मार्मिक पुरुषांनीं हें काम पाहिलें आहे; पण त्यांस ह्यांत दोष अढळला नाहीं; व ते जसजसे बारीक दृष्टीनें पाहत गेले, तसतसा त्यांस अधिक आनंदच होत गेला. ज्यांनीं पुष्कळ देश पाहिले आहेत व पुष्कळ उत्तम व भव्य इमारती पाहिल्या आहेत; त्यांचें सुद्धां असें ह्मणणें आहे, कीं हीपेक्षां अधिक सुरेख व भव्य इमारत आमच्या दृष्टीस कोठेंही पडली नाहीं.

ज्या वेळेस ही इमारत बांधिली, त्या वेळच्या एका ग्रंथकाराचा लेख असा आहे, कीं ही इमारत बांधण्याच्या कामांकडे वीस हजार मनुष्यें बावीस वर्षे खपत होतीं; ही व हिच्या भोंवतालच्या इमारती ह्या सर्वांस मिळून एकंदर तीन कोट सतरा लक्ष अठ्ठेचाळीस हजार सव्वीस, इतके रुपये लागले. ह्या कामाचे नकाशे वगैरे करणारा मुख्य शिल्पी **आस्तिन** म्हणून कोणी एक **फराशीस** देशचा मनुष्य होता. ह्या चतुर पुरुषास **शाहजहान** पादशाहानें आपल्या पदरीं बाळगिलें होतें, व त्यावर तो फार विश्वास ठेवी व लोभ करी, असा लेख आहे. शाहाजहानानें आपल्या राणीकरितां हा महाल बांधून आपल्याकरितां ह्याचसारखा व त्याच्या समोर **यमुने**च्या दुसऱ्या तिरीं महाल बांधण्याचा बेत केला होता, व दोन इमारतींच्या मध्यें नदीवर एक पूल बांधणार होता. ह्या दुसऱ्या इमारतीच्या कामास आरंभ सुद्धां झाला होता; पण पुढें लौकरच त्याचा पुत्र **औरंगजेब** ह्यानें त्याला कैदेंत ठेविलें व तो कैदेंतच मरण पावला; ह्यास्तव तें काम तसेंच पडलें, पुढें चाललें नाहीं. त्या दुसऱ्या इमारतीच्या पायाचा कांहीं भाग अद्यापि **यमुने**च्या दुसऱ्यातिरीं दृष्टीस पडतो.

आंगांत विनय असणें हें मोठ्या व खऱ्या आकलेचें चिन्ह आहे.

ज्या मनुष्यास गर्व असतो, त्यास बहुतकरून आपण मोठे बुद्धिवान

नाहीं, अशी खातरी; पण वास्तविक पाहिलें असतां, ही खातरी मूर्खप-णाचें चिन्ह आहे, असें समजावें. आपणांत व्यंगें किती आहेत, व आपलें ज्ञान व बुद्धि हीं किती अल्प आहेत, हें त्यांचें त्यांस समजाव-यास लागलें, म्हणजे त्या मनुष्यांस वास्तविक शहाणपण येत चाललें, असें जाणावें. पूर्ण बुद्धि व तन्मूलक सर्वज्ञता, हीं **परमेश्वराच्या** ठायीं मात्र आहेत. हे गुण मनुष्यास कदापि प्राप्त व्हावयाचे नाहींत. मनुष्याच्या बुद्धीचा व ज्ञानाचा मोठेपणा सापेक्ष आहे; ह्मणजे अमका मोठा बुद्धिवान आहे, किंवा मोठा ज्ञाता आहे; असें म्हटलें असतां त्याची बुद्धि किंवा ज्ञान दुसऱ्यांच्यापेक्षां मोठीं आहेत, असा अर्थ होतो; परंतु वास्तविक तीं मोठीं आहेत, असा अर्थ होत नाहीं. खरोखरीं पा-हतां तीं दोन्हीं फारच अल्प आहेत आणि ती अल्पता ज्यास कळूं लागली तोच मनुष्य अत्यंत बुद्धिमान व ज्ञाता होय. ज्या पुरुषाची बुद्धि अत्यंत विशद होते, व ज्यास अनेक विषयांची माहिती होते, त्यास कळूं लागतें, कीं ह्या सृष्टींत जाणण्याचे जे विषय आहेत, त्यांपुढें जे मला विषय ठाऊक आहेत, ते जसे मोठ्या अफाट वाळवं-टापुढें राळ्या एवढा वाळूचा कण, किंवा असमर्याद सागरापुढें जलाचा तुषार, तसे आहेत. तसेंच हजारों गोष्टी त्यास घडतांना दिसतात; पण त्या कशा घडतात, हें त्यास बिलकूल समजत नाहीं; तेव्हां तेणेंक-रून मनुष्यांची बुद्धि किती दुर्बळ व मंद आहे व त्यांचें ज्ञान किती अल्प व अपूर्ण आहे, असें त्याच्या मनांत बिंबून गेल्यावांचून रहात नाहीं. यास्तव महाबुद्धिवान व महाज्ञाते जे असतात, ते बहुतकरून नम्र व लीन असतात. गर्व हें अल्प ज्ञान व मूर्खत्व ह्यांचें फळ आहे. हाच अर्थ मनांत आणून, **भर्तृहरी** एक कवि होता, त्यानें असें लिहिलें आहे, कीं ज्या वेळेस मला यत्किंचित् समजूं लागलें, तेव्हां मी गर्वानें अगदीं अंध होऊन गेलों, व मला सर्व जग तुच्छ वाटावयास लागलें; पण वास्तविक ज्ञात्यांचा सहवास होऊन त्यांपासून वास्तविक ज्ञान प्राप्त झालें तेव्हां माझा सर्व गर्व जाऊन मी अगदीं अज्ञान आहे, असें मला वाटूं लागलें. " **पोप** म्हणून **इंग्लिश** कवि आहे, तो असें म्हणतो कीं

विद्या शिकणें असल्यास पुरी शिकावी, अर्धी बोबडी शिकूं नये; कारण अल्प ज्ञानापासून वाईट परिणाम होतात. ज्ञानास मद्याची उपमा देऊ तोच कवि असें आणखी लिहितो; कीं " ज्ञान हें एक चमत्कारिक मद्य आहे, हें थोडें प्यालें असतां, मनुष्यास फार धुंदी येते. पण ह्यांचें पुष्कळ सेवन केल्यानें ती धुंदी उतरते.

मनुष्याचें भूषण विद्या होय, आणि विद्येचें भूषण विनय होय. फूल स्वतः शोभायमान पदार्थ खरा; पण त्यास सुगंधानें जशी योग्यता अधिक येते; तसा विद्येस विनयानें अधिक थोरपणा येतो, नम्रता अनेक व्यंगें झाकिते, व तिच्या योगानें लोकांचें लक्ष्य आपल्या उण्यांकडे न जातां गुणांकडे मात्र वळतें. जो मनुष्य आपले गुण डौलानें पुढें पुढें आणीत नाहीं, प्रसंगच आल्यास संकोचवृत्तीनें ते प्रकट करितो; त्याचे गुण त्या संकोचानें विशेष शोभतात. कमलादि फुलें कांहीं संकुचित् व कांहीं विकसित असतांना जशीं खुलतात, तशीं पूर्ण फुललीं असतां खुलत नाहींत. ह्याप्रमाणें मनुष्याच्या गुणांची गोष्ट आहे.

बुद्धि व ज्ञान ह्यांच्या योगानें आपण आपणास मोठे गणितों. पण हा थोरपणा शेवटपर्यंत उपयोगीं पडत नाहीं. उत्तम रीतीनें वागून जो चांगलेपणा मिळवावा, तोच परिणामीं उरतो. आजपर्यंत ह्या जगांत आपणास बुद्धिवान् व ज्ञाते म्हणवणारे किती लोक होऊन गेले, व त्यास आपलीं मतें सर्व लोक अनन्यभावें मानितात, व पराकाष्ठेचीं चाहतात, हें पाहून केवढा आनंद होत होता; व हीं आपलीं मतें अक्षय्य अशींच राहतील, असा केवढा भरंवसा वाटत होता; हें विद्येचा इतिहास पाहिला असतां, आपल्या लक्षांत येईल. तसेंच त्याच इतिहासावरून त्या मतांपैकीं हजारों मतें खोटीं ठरून पृथ्वीवरून अगदीं नाहींत, अशीं झालीं, व त्या मतांच्या कर्त्यांचीं नांवें सुद्धां लोक विसरून गेले; हेंही आपणांस समजेल. कांहीं मतें कांहीं काळीं लोकांस इतकीं सबळ वाटत असतात, कीं तीं उत्पन्न करणारा मोठा अलौकिक बुद्धीचा पुरुष आहे; असें त्यास वाटत असतें, व त्याचें वाक्य सर्व शिरसामान्य करीत असतात. त्याच्या म्हणण्यास जें जें अनुकूळ, तें तें खरें, व त्यास जें विरुद्ध तें खोटें, ह्याप्र-

माणें मनुष्यांच्या मनांवर जो पुरुष अम्मल करीत असतो; त्याच पुरुषाचीं मतें कांहीं काळानें खोटीं ठरून तीं आपलीं ह्मणण्यास साधारण लोक सुद्धां लाजतात; असें हजारों उदाहरणांत झालें आहे. राजकीय अंमल जसा अशाश्वत आहे, तसाच विद्वतेचा अंमलही अशाश्वत आहे. तेव्हां अशा विनाशी गोष्टींविषयीं डौल मिरवणें हें उपहासास्पद नव्हे काय? तसेंच धन व अंमल हीं जशीं अंतकाळीं उपयोगीं पडत नाहींत; तशी विद्याही त्या प्रसंगीं उपयोगीं पडत नाहीं. आपण जीं बरीं कृत्यें केलीं असतील व बरेंपणानें लोकांशीं वागलों असूं, तें मात्र आपल्या कामास पडेल. विद्या वगैरे सर्व शाळू सोबती होत. निर्वाणीचें म्हटलें ह्मणजे एक सुकृत मात्र होय. आंगांतल्या शक्ति वगैरे राहिल्या; इंद्रियें विगलित झालीं; आणि परलोकची हद्द दिसूं लागली; म्हणजे इहलोकचे सर्व विषय तुच्छ व क्षुल्लक दिसूं लागतात. ह्या समयीं केलेल्या सत्कृत्यांच्या आठवणीनें मात्र काय तें जिवास समाधान वाटत असतें; व तीं कृत्येंच आपणाबरोबर परलोकीं येऊन तेथें आपल्या उपयोगीं पडतात; व त्यांच्या योगानें आपलें ह्या जगांत आपणा मागें नांव चांगल्या रीतीनें राहतें. तर इतकें उपयोगी जें सुकृत तें जोडण्यास विनय हें मोठें कारण आहे; त्याचें अवलंबन शाहण्यानें करावें.

मेल्यांविषयीं दुःख.

सर्व दुःखें जाण्याविषयीं आपण इच्छितो; पण मेल्यांबद्दलचें जें दुःख होतें, तेवढें मात्र जाण्याविषयीं आपण कधीं इच्छित नाहीं. हरएक जखम बुजून बरी होण्याविषयीं आपण झटतों. हरएक हानि विसरण्याविषयीं प्रयत्न करितों; परंतु इष्ट जनाच्या मरणानें अंतःकरणास जी जखम पडते, ती बुजूं न देणें हा आपला धर्म वाटून ती आपण तशीच ठेवितों; व ह्या हानीचा विसर पडूं न देतां एकांतीं बसून ती मनांत घोळीत असतो. व ज्या आईचें केळीच्या कोंबासारखें तान्हें बाळ डोळ्यादेखत गमावलें असतें, त्याची आठवण झाली असतां तिच्या ह्रदयास हजारों विंगळ्या झोंबल्यापेक्षां अधिक वेदना होतात; पण त्या वेदना होऊंनयेत, त्या

बाळाचा विसर पडावा, असें कोणत्या आईच्या मनांत येणार आहे बरें ? तसेंच अत्यंत मायाळू आई मरण पावल्यावर, तिचें स्मरण झालें असतां मन कासावीस होतें, तर तिची अठवण बुजून जावो, असें ज्यास वाटतें, असें कोण मुल आहे बरें ? परलोकीं गेलेल्या जिवलग स्नेह्याच्या गोष्टी वारंवार मनांत येऊन त्यांच्यायोगानें अंतःकरण नेहमीं व्याकूळ होतें; ह्यास्तव त्या स्नेह्याची अठवण न होईल तर बरें, असें कोणी इच्छील काय ? एकाद्या स्त्रीचा प्राणप्रिय भर्ता मरण पावून त्याचें शव लोक बाहेर नेत असतां, जसें काय कोणी तापवलेल्या सांडसानें तिचें काळीजच ह्रदयाबाहेर ओढीत आहे, असें तिला वाटत असतें; व दुःखानें ती अगदीं कळवळत असते; तथापि त्या वेळेस नवऱ्यास मनांत आणून उपयोग काय, अशा सांतवनाच्या गोष्टी कोणी सांगितल्या असतां, त्या गोष्टी ती स्त्री क्षणभर तरी ऐकेल काय ? ज्या विषयावर प्रेम जडलें असतें, तो विषय मृत्यूनें नाहींसा केला तरी, तें प्रेम जसेंच्या तसें उरतें; हा मनुष्याच्या अंतःकरणाचा अलौकिक व सर्वोत्कृष्ट एक धर्म आहे. ह्या गुणापासून दुःख होतें खरें; पण त्यापासून सुखही पुष्कळ होतें. जिवलग मनुष्याच्या वियोगानें जो खेद होतो, तो खेद इतर खेदासारखा रूक्ष नव्हे; त्या खेदांत कांहीं अनिर्वाच्य माधुर्य आहे; असें विचारांतीं सर्वांस कबूल करावें लागेल. पहा, आपला कोणी इष्टमित्र किंवा नातलग, ज्याचा व आपला जीवप्राण स्नेह असतो, त्यास देवाज्ञा झाली असतां, त्याक्षणीं दारूच्या भोतावर टिणगी पडावी ह्याप्रमाणें एकदम अंतःकरणांत शोकाग्नीचा भडका उठतो; किंवा अकस्मात् वीज डोईवर पडावी, तसें होऊन डोळ्यांपुढें अंधारी येऊन मूर्च्छा येते, पण कांहीं वेळानें तो आक्रोश शांत होऊन मन पूर्व स्थितीस आल्यावर जी तळमळ राहते, व गतमनुष्यासहवर्तमान आनंदांत घालविलेल्या दिवसांची स्मृति होऊन मनाची जी चमत्कारिक तंद्री लागत असते, ती तळमळ व ती तंद्री नाहींशी व्हावी, असें कोण इच्छिणार आहे ? मनुष्य मोठ्या आनंदाच्या भरांत असतांना, कांहीं प्रसंगानें कधीं कधीं मृत मित्राच्या प्रेमाच्या गत गोष्टी मनांत येऊन कांहीं वेळ त्याचें मन वि-

रस होतें, किंवा खिन्न असतांना आठवण झाली असतां ती खिन्नता अधिक होते; हें खरें आहे; तथापि त्या खिन्नतेंत जी गोडी आहे, ती मोठ्या ख्यालीखुशालींत नाहीं. गत मित्राकडे सर्व अंतःकरण तल्लीन होऊन त्याशीं मानसिक समागम होऊन जें सुख होत असतें, त्यापुढें वास्तविक विषय तुच्छ व विरस वाटतात, व त्या तंद्रींत कोणीं दुसरी कांहीं गोष्ट काढिली असतां, मोठा विक्षेप झाला असें वाटून विक्षेप करणाऱ्याचा त्रास येतो. मृत्यु एका प्रकारें किती चमत्कारिक पदार्थ आहे ? शरीर चितेंत जळालें म्हणजे त्याबरोबर मनुष्याचे सर्व अपराध, सर्व व्यंगें, सर्व द्वेषकारणें जळून नाहींतशीं होऊन, शुद्ध धातु जसा उरावा तसें मेल्या मनुष्याचे गुण मात्र दिसूं लागतात. मोठा शत्रू कां असेना, त्याचें प्रेत दृष्टीस पडलें असतां, पश्चात्ताप होऊन मनांत असें खाऊं लागतें, कीं शिव शिव ! ह्या असल्या बापुड्या दीन मातीशीं कायरे मी द्वेष केला ? ह्याच कारणानें **वाली** रक्तानें नाहालेला पाहून **सुग्रीवास** व **रावण** समरांगणीं पाहून **बिभिषणास** शोक झाला, असें जें **वाल्मीकीनें** रामायणांत वर्णिलें आहे, त्याची उपपत्ति समजावी.

शत्रूविषयीं जर असें वाटतें; तर जेथें प्राणप्रिय मित्र मेला असेल, किंवा त्यास जेथें पुरलें असेल, ती जागा दृष्टीस पडली असतां मनांत जे विचार येतात त्यांविषयीं काय सांगावयाचें आहे. ती जागा दृष्टीस पडली असतां, त्या मित्राचा चांगुलपणा, त्यानें केलेले उपकार त्यानें बोललेले मायेचे शब्द, व कनवाळूपणाच्या बारीक सारीक गोष्टी, ज्या घडतांना नेहमींच्या संघटनामुळें कांहींच वाटल्या नसतात, तें सगळें मनांत एकदम उभें राहतें. आतां त्या मित्राच्या अंतकाळीं आपण जर त्याच्या जवळ असलों, तर त्यासमयीं त्यास वेदना होत असतात, व त्या आपणास दिसून आपणास दुःख होऊं नये म्हणून तो त्या चोरीत असतो, तसेंच त्या भयंकर प्रसंगीं नाड्या मरत असतां आंगांत सामर्थ्य नसलें तरी मोठ्या कळवळ्यानें व मोठ्या जोरानें आपणास जवळ कवळीत असतो, व जीभ आडवी पडूं लागली तरी मोठा यत्न करून प्रेमाचे शब्द अडत अडत बोलत असतो; आणि सगळाच व्यापार

राहिला तरी, अगदीं प्राण जातां जातां आपणावरचें प्रेम कायम आहे, हें दाखवण्याकरितां परलोकच्या दरवाज्यांत शिरतांना सुद्धां उत्कंठेनें आपणाकडे पाहून शेवटीं डोळे लावितो; हें सर्व स्पष्टपणें डोळ्यांपुढें दिसूं लागतें; आणि बाहेरचें सर्व भान विसरून मन गत गोष्टींच्या तंद्रींत लीन होतें. ह्या समाधींत मनुष्य निमग्न झालें असतां, त्याचीं सर्व इंद्रियें अंतर्मुख होतात. बाहेर शेजारीं कोणी बोललें असतां, त्यास ऐकूं येत नाहीं. कोणी जवळ असलें तरी त्यास दिसत नाहीं, अशी अवस्था होते. तो मित्र आपल्या उपयोगीं पडला असतो, आणि आपण त्याचे उतराई झालों नसतों, किंवा त्यानें किती एक वेळ ममता दाखविलेली असते, आणि आपण तिचा अव्हेर केला असतो; तें सर्व आठवून जिवास पुष्कळ पश्चात्ताप होत असतो, पण आतां त्या पश्चात्तापाचा काय उपयोग? आपल्या हातून जी चूक झाली ती वज्रलेप झाली.

हे वाचणारा, तूं आईबापांस म्हातारपणीं आपल्या गैरवर्तणुकेनें दुःख दिलें असशील, किंवा चिंताज्वर त्यांच्या चित्तांत उत्पन्न केला असशील, तसेंच जिनें आपलें सर्व शरीर व अंतःकरण तुझ्या स्वाधीन केलें, अशा स्त्रीस जर तूं कधीं उगीच कठोर शब्द बोलला असशील किंवा उगीच छळलें असशील; तसेंच ज्यानें तुजवर उदारपणें विश्वास ठेविला, अशा मित्रास वाईट कृत्यानें किंवा वाईट शब्दानें दुखाविलें असशील; तर तुझीं सर्व दुष्ट कृत्यें व निष्टुर शब्द, तीं आईबापें वगैरे मेल्यावर त्यांची आठवण झाली असतां, तुला टोंचावयास लागतील, व तुला पुष्कळ पश्चात्ताप होईल; पण मग तेव्हां काय उपयोग आहे; तर आतांच सावध हो, आणि जीं आपलीं ममतेचीं मनुष्यें जिवंत असतील त्यांशीं चांगलें वाग; ह्मणजे तुला पुढें व्यर्थ पश्चात्ताप होणार नाहीं.

वाग्चातुर्य.

मोठ्या सभेंत उभें राहून सुरस व सयुक्तिक भाषण करून ऐकणाऱ्याचें मन वश करून घेणें, ही मोठी उपयोगी व फार कठीण कला

आहे. ही कला पुरी साधण्यास अनेक गोष्टींचें आनुकुल्य असावें लागतें; वाणी गोड असली पाहिजे; तसेंज ज्या विषयावर बोलावयाचें, तो चांगला अवगत असून तो सुबोध करण्याची शक्ति पाहिजे; तसेंच ज्या लोकांत भाषण करावयाचें, त्यांची अक्कल किती आहे, त्यांच्या समजुती कशा आहेत, व त्यांचे राग द्वेष कोणकोणत्या गोष्टींविषयीं आहेत; हें सर्व बोलणाऱ्यास समजलें पाहिजे; तसेंच त्याची मुद्रा व शरीर हींही भव्य असलीं पाहिजेत; व बोलतांना भाषणांतील रस त्यास मुखचर्येनें व अंगविक्षेपानें लोकांस दाखवितां आला पाहिजे.

आतां ह्या गुणांपैकीं किती एक गुण स्वाभाविक आहेत, व किती एक अभ्यासानें यावयाजोगे आहेत; हें वाचणाऱ्याचे लक्षांत सहज आलें असेल; पण जे स्वाभाविक आहेत, त्यांतले सुद्धां कितीएक मुळचे कमी दिसत असतां, अभ्यासानें ते वाढतात. ही वक्तृत्वकला प्राचीनकाळच्या **ग्रीक** लोकांत व **रोमन** लोकांत फारच वाढली होती. ती वाढण्याचें एक मुख्य कारण असें होतें, कीं त्या दोन्ही लोकांत कितीएक वर्षे प्रजासत्ताक राज्य होतें, कोणास मोठा अधिकार मिळावयाचा तो प्रजेच्या बहु मतानें मिळे व कोणास कांहीं नवा फेरफार करणें झाला, तर पुष्कळ लोकांचा रुकार पडल्यावांचून तो घडत नसे. सारांश, राजसत्ताक राज्यांत अब्रू, संपत्ति, अंमल हीं प्राप्त होण्यास जशी राजाची कृपा लागते, तशी त्या गोष्टी प्राप्त होण्यास बहुलोकसमाजाची कृपा व अनकूळता हीं लागत असत; आणि ज्यास चांगलें, सुरस व स्पष्ट भाषण करून आपला पक्ष सबळ व चांगला भासवून देतां येई, त्याचा पक्ष लोकांस मान्य होई, ह्या कारणानें वक्तृत्वाची कला त्या राज्यांत पुष्कळ शिकत, तेणेंकरून ती फारच वाढली. ह्याप्रमाणें हल्लीं **इंग्लंद** व फ्रान्स इत्यादि देशांत लोकांच्या सभा आहेत, त्या सभांत राजकीय कारभाऱ्या गोष्टींचा विचार होतो; व ज्यास आपल्या पक्षाचें चांगलें उपपादन करितां येतें, त्याचा पक्ष बहुतकरून लोकांस रुचून तो सिद्धीस जातो; ह्यामुळें त्या लोकांतही सुरस, सयुक्तिक, व स्पष्ट अशा रीतीनें बोलण्याच्या कलेचा पुष्कळ लोक अभ्यास करितात. प्राचीन काळीं **ग्रीस** देशांत

डिमास्थनीस ह्मणून मोठा प्रसिद्ध वक्ता झाला होता. त्याच्या भाषणांत आवेश फार असे. असें सांगतात, कीं तो बोलावयाचा असला ह्मणजे हजारों लोक त्याचें भाषण ऐकण्याकरितां दुरून दुरून येत असत. तसाच **रोमन** लोकांत **सिसरो** ह्मणून एक महा नामांकित वक्ता होऊन गेला; त्याच्या भाषणांत माधुर्य गुण अप्रतिम असे. तसाच अर्वाचीन काळीं **इंग्लंदांत विलियमपित** ह्मणून एक वक्ता होऊन गेला; त्याची वक्तृत्व गुणा विषयीं फारच प्रशंसा करितात.

वक्तृत्वाचा गुण असणें फार उपयोगी व मोठें भूषण आहे. मनुष्यास पुष्कळ ज्ञान आहे, अनेक गोष्टींची माहिती आहे; पण आपल्या मनांतला सर्व भाव दुसऱ्यांच्या मनांत आणून देतां येत नाहीं; तर त्या ज्ञानाचें व त्या माहितीचें स्वरूप होऊन आपल्या गुणानुरूप प्रतिष्ठा त्यास कदापि प्राप्त व्हावयाची नाहीं. एका मोठया करंडयांत हजारो रुपयांची उंची कस्तुरी झाकून ठेविली आहे, पण तिचा वास्तविक मनोरम गंध बाहेर पडत नाहीं; तर त्या करंडयास मोठ्या मोलाचा करंडा असें कोण ह्मणेल? कोणी म्हणणार नाहीं. लोकांस जी एकमेकांची अक्कल व हुशारी हीं कळतात, ती एकमेकांच्या लिहिण्यावरून व मुख्यत्वें बोलण्यावरून कळतात. ह्यास्तव लोक ज्याची विद्वता व बुद्धीही कमी, परंतु वक्तृत्व ज्याचें चांगलें, त्यास वास्तविक विशेष विद्वान व विशेष बुद्धिवान, पण वक्तृत्व गुणांत कमी, अशा पुरुषापेक्षां विशेष समजतील व त्यास विशेष मान देतील. आणि असें करण्यांत त्याजकडे तादृश दोषही नाहीं. कारण लोक जे कोणास कमी जास्तीं मानितात, ते त्यांच्या आंगीं वास्तविक जे गुण असतात, त्यांवरून मानित नाहींत, तर त्याचे जे गुण दिसतात त्यांवरून मानितात. तेव्हां ज्याच्या आंगीं वास्तविक गुण फार पण दिसणारे गुण थोडे, तो आपल्या गुणांच्या मानानें योग्यता पावणार नाहीं हें स्पष्टच आहे.

आणखी दुसरी लक्षांत ठेवण्याजोगी गोष्ट आहे, ती ही, कीं मनुष्यें दुसऱ्याचे आंगचे ज्ञान समजण्याविषयीं मोठासा प्रयत्न करीत नाहींत.

ह्या गोष्टीची कारणें अनेक आहेत. साधारण मनुष्यांस स्वत:च्या अज्ञानामुळें ज्ञानाची फारशी गोडी नसते, व त्याची वास्तविक योग्यताही त्यांस कळत नसते. तेव्हां जी वस्तु त्यांस तादृश सुख देत नाहीं व जी फारशी हितकारक वाटत नाहीं, ती प्राप्त होण्याविषयीं अर्थात तीं फारशी मेहनत घेत नाहींत. तसेंच दुसऱ्याचा गुण कबूल करून त्याची चहा करण्याची लोकांस मोठी हौस आहे, असें नाहीं; कित्ती एकांचेठायीं उलटा मत्सर असतो. तेव्हां दुसऱ्याचें वास्तविक स्वरूप समजण्याचे ते काय म्हणून श्रम करतील? तर ह्यावरून असें स्पष्ट सर्वांच्या ध्यानांत येईल कीं आपण गुणी व विद्वान असलों म्हणजे झालें; ते गुण व विद्वत्ता दाखवण्याविषयीं श्रम करण्याची आपणांस काय गरज आहे; हा अभिमान व्यर्थ आहे. लोकांत आपली मान्यता व्हावी, अशी जर इच्छा आहे तर आपल्या मनांतल्या उत्तम कल्पना सुरस व स्पष्ट व सुगम करून लोकांच्या अंतःकरणांत भरवून देता येण्याची कला आपणास शिकणें अवश्य आहे.

आतां कोणी परमार्थपर असतील, व त्यांस लौकीकाची पर्वा नसेल तर त्या पुरुषांस सुद्धां परोपकार करितां येण्याकरितां वाक्‌चातुर्य संपादिलें पाहिजे. आपणास ज्या चांगल्या गोष्टी समजतात त्या बहुतांस कळवून द्याव्या, व तेणेंकरून आपल्या हातून होईल तितक्यांस कल्याणाच्या पंथास लावावें; हा सर्वांचा धर्म होय. कोणी आडवाटेनें कांटयांत, किंवा वाघाच्या जाळीकडे जात आहे, किंवा जवळ सुंदर पाण्याचा तलाव असून तो ठाऊक नसल्यामुळें कोणी तान्हेनें मरत आहे; असें पाहून दयाळू व ज्ञाता पुरुष त्या अज्ञान मनुष्यास नीट वाटेस लाविल्यावांचून किंवा पाण्याचा रस्ता दाखविल्यावांचून राहील? कधीं राहणार नाहीं; पण त्याच्या हातून परोपकार होण्यास त्यास त्या अज्ञान मनुष्यास आपला अर्थ समजावून दिला पाहिजे, व त्याच्या मनांन आपल्या सांगण्याचा खरेपणा बिंबविला पाहिजे. ज्ञात्यांस ज्या बहुत चांगल्या गोष्टी ठाऊक असतात, त्या अज्ञानांस समजून त्यांस खऱ्या वाटल्या असतां, त्यांपासून त्यांचें अनेक प्रकारें कल्याण व्हावयासारखें असतें; परंतु

अज्ञानांस ज्ञान प्राप्त होऊन त्यांची खात्री होण्यास, ज्ञात्यांस, त्यांस स्पष्ट समजेल, त्यांस रूचेल, त्यांच्या अंतःकरणांत ठसेल, असा उपदेश करिता आला पाहिजे. ह्याकरितां धर्मोपदेशक, शिक्षक, इत्यादिकांचे ठायीं वाक्चातुर्य हा गुण असणें अत्यंत आवश्यक आहे.

ह्या देशांत विशेषेंकरून प्रस्तुतकालीं त्या कळेची फारच गरज आहे. ज्या देशांत लिहिण्यावाचण्याची कला पुष्कळ वाढली आहे, जेथें दर वर्षी हजारों नवीन ग्रंथ होतात व लक्षावधी लोक ते वाचतात, त्या तसल्या देशांत वक्त्याचें काम पुस्तकें पुष्कळ अंशीं करितात. पण आपल्या देशांत वाचता येतें, असे लोक सरसकट शेंकडा दोनचार कदाचित् निघतील, व वाचण्याचा ज्यांस नाद, असा हजारांत सुद्धां एक नियमानें सांपडणें विरळा. अशा हल्लींच्या स्थितींत सर्वांस समजेल व आवडेल; असें भाषण करणारे उत्तम प्रकारचे वक्ते फारच आवश्यक आहेत. अशा वक्त्यांनीं जितकें काम होईल, तितकें केवळ पुस्तकांनीं व्हावयाचें नाहीं, असें मला वाटतें.

ग्रीक लोकांत व रोमन लोकांत जे मोठे वक्ते होऊन गेले, त्यांनीं आपल्या भाषेंत जी प्रौढ, आवेशयुक्त व मधुर भाषणें केलीं, त्यांतलीं पुष्कळ अद्यापि उपलब्ध आहेत, व इंग्लिशांतही बहुत नामांकित बोलणारे लोक झाले, त्यांच्यांही भाषणांचीं पुस्तकांचीं पुस्तकें इंग्रजी भाषेंत आहेत; त्या भाषणांपैकीं किती एकांचें भाषांतर करून त्यांतली खुबी, अर्थरचना चातुर्य व आपल्या लोकांस कळवावें, असें फार मनांत येतें; पण ती गोष्ट सिद्धीस जाण्यास सांप्रत मोठमोठ्या अडचणी बहुत आहेत. त्या लोकांच्या भाषा व आपली मराठी भाषा ह्यांच्यामध्यें भेद फार मोठा आहे. त्या भाषा फार प्रौढ, फार दिवसांपासून कमाविवेल्या अशा आहेत. आपली भाषा कोती व तींत ग्रंथ फारच थोडे; तेव्हां भाषांतर करितां ना त्या भाषणाचा रस व खुबी हीं बहुतकरून नाहींशीं होतात. ह्याखेरीज तीं बहुतेक भाषणें, कांहीं विशेष प्रसंगांस लक्षून आहेत; ह्यामुळें त्या लोकांचा इतिहास व सामान्य समजुतीं, ह्यांची चांगली माहिती असल्यावांचून त्यांचें

भाषांतर वाचणाऱ्यास स्पष्टपणें कळावयाचें सुद्धां नाहीं; मग तें वाचून त्याच्या मनांत रसाविर्भाव कोठून होणार ? तथापि कांहीं एक दोन भाषणांचें भाषांतर करून कांहीं थोडा तरी त्या लोकांतल्या त्या वक्तृत्व गुणाचा मासला दाखवितां आला तर यत्न करून पहावा, असें मनांत आणून हीं पुढील एकदोन भाषणें लिहिलीं आहेत.

फिलिप राजाशीं लढाई करण्याविषयीं आथेन्सच्या लोकांस उत्तेजन करण्याविषयीं दिमास्थनीस ह्यानें केलें तें भाषण.

त्या भाषणाचें भाषांतरास आरंभ करण्याच्या अगोदर इतकें सांगितलें पाहिजे, कीं **आथेन्स** ह्मणून **ग्रीस** देशांत एक स्ततंत्र व लोकसत्तात्मक संस्थान होतें. ह्या **अथेन्सकरांचा** शौर्याविषयीं, अकलेविषयीं, व विद्येविषयीं, मोठा लौकिक होता. ते लोक स्वतंत्रता फार चाहत असत व परकीय राजांच्या अमलांत राहण्याचा त्यांस अतिशय त्रास असे. इसवी सनाच्यापुर्वी सुमारें तीनशें, साडेतीनशें वर्षांवर **ग्रीस** देशाच्या ईशान्येस **मासिदन** नामें संस्थान होतें. तेथचा राजा **फिलिप**, **आलेकजांदर** जो **शिकंदर** पादशाह ह्या नामें **मुसलमान**लोकांत प्रसिद्ध आहे, त्याचा बाप, ह्यानें **ग्रीस** देशांतलीं सर्व स्वतंत्र संस्थानें मोडून तो सर्व देश आपल्या ताब्यांत आणण्याचा प्रयत्न चालविला होता. त्या प्रसंगी **आथेन्स** संस्थानच्या स्वदेशाभिमानी **दिमास्थनीस** ह्या नामें एका महा प्रसिद्ध वक्त्यानें **आथेन्सकरांच्या** सभेंत पुढें होऊन युद्ध करण्याविषयीं त्यांस उत्तेजन येण्याकरितां बहुत भाषणें केलीं आहेत; ह्याच्या भाषणांत आवेशरूप गुण फार आहे; त्या भाषणांपैकीं एका भाषणाचा तरजुमा पुढें लिहिला आहे.

हे **आथेन्सकर**हो; ही आजची सभा जर कांहीं अपूर्व गोष्टींचा विचार करण्याकरितां गोळा झाली असती, तर मी प्रथमतःच भाषण करावयास उठलों नसतों. मी पुर्वी इतर सभासद काय मसलती सांगतात त्या ऐकून घेतल्या असत्या, व त्या मला योग्य दिसत्या तर मी मुळींच बोल-

लों नसतों, व मला त्या विपरीत भासत्या तर त्या अयोग्य वाटण्याचीं मी आपलीं कारणें दर्शविलीं असतीं; पण ज्याविषयाचा उहापोह करण्यासाठीं आपण आज जमलों आहों, त्याविषयावर दुसऱ्या सभासदांनीं आपापला अभिप्राय बहुत वेळ प्रकट केला आहे, त्या अर्थी ह्या सभेस मी प्रथमतः उठून आपलें मत सांगितलें असतां कांहीं अमर्यादा नाहीं, असें मला वाटतें. कांकीं पूर्वी लोकांनीं सांगितलेल्या मसलती योग्य असत्या, तर त्याविषयाचा पुनःविचार करण्याकारितां आज एकत्र मिळण्याची गरजच आपणास न पडती.

हे मद्देशबांधवहो; मला प्रथमतः हात जोडून हेंच सांगणें आहे, कीं आज आपल्या संस्थानावर अरिष्ट उभें राहिलें आहे, हें खरें आहे; तथापि हें अरिष्ट आपणास अनिवार्य आहे, असें मनांत आणून निराश होऊं नका; कारण आपली सांप्रतची स्थिति पूर्वीच्या काळाशीं लावून पाहिली असतां आजचा आपला काळ अपकर्षाचा आहे खरा; तथापि पुढल्या काळाकडे नजर दिली असतां, माझ्या मनांत मोठी उमेद येते, आणि असा निश्चय होतो, कीं हल्लीं आपणावर जें संकट गुदरलें आहे, तें आपल्या विशेष उत्कर्षास कारण होईल; जो उत्कर्ष, हें संकट न येतें, तर आपणास प्राप्त न होता. आतां कोणी मला असें पुसलें, कीं असें तुला कशावरून वाटतें? तर महाराज, मी त्यावर उत्तर असें करितों, कीं ही गोष्ट येथचे सर्व सभासद कबूल करतील, कीं आपण जे आज पेचांत सांपडलों आहों, ते आपल्याच हयगईच्या वगैरे वागणुकीनें सांपडलों आहों, तर आतां आपणास आपली वागणूक बदलणें अवश्य आहे, व तीं बदलली ह्मणजे तेणेंकरून आपला ऊर्जितकाळ येईल; ह्यांत संशय नाहीं.

आपल्या हातून कांहीं एक गैर वर्तणूक न घडतां, जर आपणावर एकादा अनर्थ येऊन गुदरता तर मात्र आपण त्यांतून पार पडण्याची उमेद धरण्यास जागा न राहती; पण हे मद्देशबांधवहो हें तुम्हां किती एकांस स्वतःच्या अनुभवावरून आठवत असेल, व किती एकांस ऐकून ठाऊक

असेल, कीं आपण आपल्या संस्थानचा मान राखण्याकारितां मोठें भयंकर व बलाढ्य *स्पार्तनलोकांशीं जी लढाई चालविली होती, तींत आपण आपला कसा नांवलौकिक राखिला, तो. ही लढाई कितीएक दिवस चालली होती; पण तींत ह्या आपल्या आथेन्स संस्थानच्या नांवास बट्टा येण्यासारखें कांहीं एक घडलें नाहीं. आणि ही गोष्ट होऊन फार दिवस झाले असेंही नाहीं, कांहीं वर्षांपूर्वींच नुक्ता तो जय आपणास प्राप्त झाला. ह्या गोष्टीची आठवण तुम्हांस करण्याचा माझा हेतु हाच आहे, कीं तुह्मीं शहाणपणाच्या मसलती कराल व त्यांप्रमाणें दृढ निश्चयानें झटून वागाल तर कोणत्याही शत्रूपासून तुह्मांस भिण्याचें कारण नाहीं, हें तुमच्या मनांत आणून द्यावें.

शत्रूनें सख्य करून व विजयकरून कितीएक संस्थानें आपल्याकडचीं करून घेतलीं आहेत, तेणेंकरून त्याच्या पक्षास पुष्कळ प्राबल्य आलें, हें खरें आहे; कारण आपलें व आपल्या स्नेह्यांचें रक्षण करावयास जे समर्थ असतात, त्यांचें सख्य संपादण्याविषयीं राजे व संस्थानें झटत असतात; पण मद्देशबांधवहो, असें जरी आहे, यद्यपि अलीकडे आपला पक्ष दृढ करण्याविषयीं तुह्मी फारच उपेक्षा करीत गेलां; तथापि अजून जरी तुह्मी ऐकमत्यानें व दृढ निश्चयानें झटाल; सर्व जर आपापल्या सामर्थ्याप्रमाणें व अनकूलतेप्रमाणें मनापासून मदत कराल; ह्मणजे श्रीमान जे असतील, ते लढाईचा खर्च चालवण्याकारितां उदारपणें द्रव्याचें साहित्य करतील, व इतर स्वतःशिपायांच्या चाकऱ्या पत्करून गलबतांवर व लष्करांत फौजेची कमताई पडूं देणार नाहींत; फार काय सांगूं, मद्देशबांधवहो, तुम्ही आपलें वास्तविक स्वरूप प्रकट करून आपला वास्तविक पराक्रम जर दाखवाल; तर पहा बापहो, अद्यापि देवाच्या कृपेनें आपला पक्ष प्रबल करून उन्मत्त शत्रूस तुम्ही योग्य शासन कराल; ह्यांत संशय नाहीं.

---

* ग्रीस देशांतच स्पार्ता ह्या नावाचें एक मोठें संस्थान होतें ह्या संस्थानची व आथेन्सच्या संस्थानची मोठी स्पर्धा असे व त्या दोहोंमध्यें कितीं एक वेळ लढाया होत.

पण मद्देशबांधवहो, किती वेळ तुमच्या कानांशीं ओरडावें, तुम्हीं उपेक्षा कारिता पाहून, पहा, माझा जीव पराकाष्ठेचा चडफडतो. अरे, तुम्ही आलस्य निद्रेंतून जागे होऊन युद्ध करण्याविषयीं कंबर कधीं बांधणार? काय, कांहीं मोठा एकादा अनर्थ घडल्यावांचून तुमचे डोळे उघडत नाहींत? आतां घरीं बसवत नाहीं, शत्रू येऊन वेशीशीं पोंहचला, असें झालें पाहिजे काय? अरे, आज पर्यंत ज्या तुमच्या मानखंडना झाल्या त्यांविषयीं तुम्हांस कांहींच वाटत नाहीं? आजपर्यंत जें झालें, तितक्यानें तुमचा आळस जात नाहीं? ह्याहीपेक्षां मोठा कांहीं अनर्थ कोसळला पाहिजे? शहरच्या रस्त्यांनीं उगीच फिरत असावें; आणि एकमेकांस पोकळ बातम्या विचाराव्या; असा व्यर्थ गमण्याखालीं, तुह्मी बाबांनो, किती तरी वेळ घालविणार? अरे, ***मासिदनवाल्यानें आथेन्स** संस्थान जिंकून सर्व **ग्रीस** देशावर आपला पगडा बसविला; असें घोर वर्तमान ह्या शहरांत आजपर्यंत कधीं आलें होतें? आणखी तुह्मी एकमेकांस विचारतां, " कायहो **फिलिप** मेला? " एक उत्तर देतो " अद्यापि मेला तर नाहीं; पण तो फार हैराण आहे " अरे, मद्देश बांधवहो, कोण तुमचा हा वेडेपणा? अरे, **फिलिप** हैराण असला, तर त्यापासून तुमचें, कायरे, बरें किंवा वाईट आहे? समजा कीं, **फिलिप** मेला; पण तेणेंकरून तुह्मांस काय नफा? तो मेला, तर तुमचा आळस त्याच्या जागीं लौकरच आणखी नवा **फिलिप** उत्पन्न करील. अरे **फिलिप** जो आज इतका प्रबल झाला आहे, तो काय आपल्या आंगच्या पराक्रमानें झाला आहे? नाहीं. तुमच्या आळसानें झाला आहे. हा तुमचा आळस आलीकडे इतका कांहीं वाढला आहे कीं, तुह्मांस स्वतः शत्रूपेक्षां प्रबल होतां येत नाहीं, व दुसऱ्या कोणी तुम्हांस प्रबळ केलें तर, तें प्राबल्य तुमच्यानें राखवत नाहीं.

राजनीति असें सागते, कीं लढाई करणारे जे असतात, त्यांनीं शत्रू-

---

* मासीदनच्या लोकांस ग्रीक लोक आपणांत गणीत नसत व ते त्यांस अडाणी व हलके असे मानीत असत.

घ्या आधीं आपण लढाईस आरंभ करावा; तो काय काय करितो, ह्याची वाट पहात बसूं नये. पण **आथेन्सकरहो** तुमची स्थिति कशी चमत्कारिक झाली आहे ती पहा. गलबतें, घोडेस्वार, पायदळ, पैसा इत्यादि युद्धाचीं सर्व कांहीं साधनें तुम्हांस अनुकूळ असून, त्या साधनांपासून आपलें हित करण्यास तुमच्या आंगीं हिय्या राहिला नाहीं. तर शत्रु पाहिजे तिकडे तुह्मांस नेतो, आणि तुह्मी त्याप्रमाणें जाता. **फिलिप चर्सोनीसस** प्रांतांत आला, अशी बातमी आली; ह्मणजे तुम्ही आपलें लष्कर त्या प्रांतांत पाठवितां, तो दुसऱ्या एकाद्या ठाण्यावर येतो अशी बातमी लागली, कीं तुमची फौज त्या ठाण्याकडे चालली. जसें सेनापतीनें सेनेला फिरवावें, तसें **फिलिप** तुमच्या फौजेला फिरवीत आहे; पण आपण स्वतः एकादी हिय्याची चांगली मसलत योजून एकाठिकाणीं त्यास कचाटींत धरून त्याचे डोळे उघडून तो शुद्धीवर येईल असें करावें हें तुमच्या मनांत कांहीं कोरे येत नाहीं? तुम्ही ज्या प्रकारें युद्ध चालविलें आहे, त्या प्रकारें युद्ध करणें कधींच चांगलें नाहीं; पण हल्लीं आपणांवर जसा आणीबाणीचा प्रसंग लोटला आहे, अशा प्रसंगांत असें रेंगाळत युद्ध केलें असतां तेणेंकरून आपला समूळ नाशच होईल; ह्यांत तिळमात्र संशय नाहीं.

अरे मद्देशबांधवहो, अरे, कायरे ही **आथेन्सच्या** संस्थानाची फजिती! हायहाय! **फिलिप** राजानें जे अपराध केले, त्यांबद्दल त्यानें जेर होऊन आमची समजूत धालावी; व जी नुकसानी केली ती भरून द्यावी, अशा डौलानें आम्ही मुळीं त्याबरोबर लढाई करावयास प्रारंभ केला; आणि ती लढाई आम्हीं अशा कलेनें व शौर्यानें चालविली, कीं पराभव होऊन समूळ नाश न होतां आम्ही लढाईतून सुटलों म्हणजे मोठी मिळविली, असें वाटूं लागण्याचा उत्तरोत्तर प्रसंग येईलसा रंग दिसतो. अरे **फिलिप** राजासारखा उद्योगी व आपली सत्ता उत्तरोत्तर वाढवण्यासाठीं रात्रंदिवस झटणारा पुरुष तुमचा असा आळस व भित्रेपणा पाहून आपली सत्ता वाढवण्याची संधी फुकट जाऊं देईल, असें

तुह्मांस वाटलें ? आपल्यावर अम्मल बसवण्याचा जो त्यानें हेतु धरिला आहे, तो त्यास जेर करून त्याकडून सोडविल्यावांचून तो आपण होऊन तो हेतु सोडील काय ? कधीं सोडणार नाहीं. आणि त्यास जेरं करण्याचें सामर्थ्य कोणांत आहे ? कोण त्याच्या झपाट्यापुढें टिकणारआहे? अरे, कोणत्या अप्रसिद्ध देशांतून सहाय्य येण्याची वाट पहातबसलाआहां? आहो, देशबांधवहो, तुह्मांस तुमच्या देवांची व तुमच्या मुलाबाळांची शपतआहे; उठा, कंबरा बांधा, जितकी फौज गोळा होईल तितकीच घेऊन जाऊन आपण युद्ध करावयास लागूं. आपणास व्हावी, तितकी फौज नसली तरी जो दुष्ट शत्रु संस्थानामागून संस्थान वश करीत चालला आहे; त्याला कांहीं तरी प्रतिबंध करूं. पहा, बाहेर शत्रु आपला पक्ष दिवसेंदिवस प्रबळ करीत चालला आहे आणि आपला पक्ष दुर्बल होतो आहे; आपल्या स्नेह्यांचा उत्साह आपल्याविषयीं कमी होऊं लागून आपल्या पक्षास राहिल्यापासून त्यांस उत्तरोत्तर भीति वाटत चालली आहे; ह्याप्रमाणें बाहेर गोष्टी चालल्या असतां तुम्ही ह्या सभेंत सभासदांचीं पोकळ भाषणें ऐकण्याखालीं सोन्यासारखा वेळ गमावूं नका, हें माझें तुम्हास कोपरापासून हात जोडून सांगणें आहे.

सिसरो भाषण.

रोमन लोकांत प्रजासत्ताक राज्य होतें; त्यावेळेस राज्याचा कारभार चालवण्याचा मुख्य अधिकार एका सभेकडे असे. त्या सभेस " सिनेत " ह्मणत. **इंग्रजांत** जशी पार्लमेंत सभा आहे, तशी त्या लोकांत ही सभा होती. **रोमन** लोकांच्या हाताखालीं पुष्कळ संस्थानें होतीं. त्या संस्थानांच्या बंदोबस्ताकरितां तेथें नेमलेल्या अधिकाऱ्यांनीं कांहीं अगळीक केली असतां, तीबद्दलची दाद लागण्याकरितां ह्या सभेंत त्यांवर फिर्याद होई, व ही सभा अपराध्यांकडे अपराध लागूं झाल्यास त्यांस शासन करीत असे. तसेंच त्या लोकांत कितीएकांस "**रोमन** ह्मणजे [**रोम**शहरचा राहणारा] ही पदवी जन्मत:असे व कितीएकांस ती सरकारांतून प्राप्त होई. ही पदवी ज्यास प्राप्त झाली, म्हणजे **रोमन** हें नांव ज्यास मिळालें

त्याचा मोठा मान असे; त्यावर कोणी जुलूम करूं शकत नसे. जसें आपल्या देशांत पूर्वी "मी ब्राह्मण आहे." असें म्हटलें म्हणजे त्या नांवास मान देईत, तसें **रोमन** ह्या नांवास लोक वचकत असत. ह्या लोकांत स्वतंत्रतेची फार चहा असे, व, जुलूमाचा फार त्रास असे.

रोमन लोकांच्या अमलांत **सिसली** बेट असतां, तेथचा राज्यकारभार चालवण्याकरितां सिनेट सभेनें "**केशस वेरीस**" नामक एका पुरुषास तेथचा सुभेदार नेमलें होतें. त्यानें त्या प्रांतींच्या लोकांवर फार जुलूम केल्यावरून त्या लोकांनीं त्यावर सिनेट सभेंत फिर्याद केली. त्याप्रसंगीं **सिसरोनें** त्यांचा पक्ष स्वीकारून **केशस वेरीस** ह्याचा दुष्टपणा सभेस दाखवण्याकरितां फारच उत्तम व समर्पक भाषण केलें आहे. ह्या भाषणाच्या कांहीं भागाचा तरजुमा पुढें लिहिला आहे.

हे सभासद हो, तुम्हांविषयीं अलीकडे लोकांच्या मनांत वांकडें आलें आहे, तें घालवण्याची व ह्या सभेंत जे निवाडे होतात, त्यांवर लोक जो दोषारोप करितात, तो आरोप उडवण्याची, मोठे नवस करून यावी, अशी अमोलिक संधि आज तुमच्या हातीं **परमेश्वरानें** आणून दिली आहे; तर ती वाया जाऊं देऊं नका. बहुत दिवसांपासून अशी अफवा लोकांत झाली आहे, व ती अफवा ह्या आपल्या देशांतच झाली असें नाहीं; तर ती परमुलखांतून सुद्धां पसरली आहे, कीं ह्या सभेंत श्रीमान मनुष्यांवर फिर्याद आली असतां, त्या मनुष्यांवर गुन्हे कसेही शाबुद झाले, तरी, ते मनुष्य संपत्तीच्या बळानें शिक्षा न होतां पार पडतात. ही अफवा महाराज, तुह्मांस मोठी बाधक आहे, व आपल्या राज्यास अपायकारक आहे. बरें आतां मी ह्या सभेंत तुम्हांपुढें एका मनुष्यावर फिर्याद आणितों; ह्या मनुष्याच्या दुष्ट कृत्यांवरून सर्व निष्पक्षपाती पुरुष तर ह्यास दोषी समजताहेतच; पण तो आपल्या मोठ्या दौलतीच्या जोरावर उघडपणें असें ह्मणतो, कीं मला कांहीं एक भय नाहीं. तर महाराज, ह्याप्रसंगीं यथार्थ न्याय करून तुम्हांवर सांगितलेला आरोप आणणाऱ्यांचीं तोंडें बंद करा, व त्यांस लज्जेनें खालीं पहावयास लावा.

आतां मी कोणच्या मनुष्यावर दोषारोप करणार आहे, हें तुमच्या मनांत आलें असेल. त्या मनुष्याचें नांव "केशस वेरीस." हे सभासदहो, ह्या दुष्टास जर तुम्ही त्याच्या अपराधांप्रमाणें योग्य शासनकराल, तर तुम्हांस सर्व लोक मोठे न्यायी व निष्पक्षपाती समजतील; व तुमचा मान व वजन हीं लोकांत वाढतील; पण तुम्ही कैदीच्या दौलतीस भुलून जरी तरफदारीनें निवाडा केला तरी मला निदान एक गोष्ठ मिळाल्यासारखी होईल; ती ही, कीं ह्या फिर्यादींत फिर्यादी होता व गुन्हेगार होता पण ह्या सभेंत इनसाफ नसल्यामुळें गुन्हेगारास योग्य शिक्षा झाली नाहीं, एवढें तरी सर्व जगास मी उघड करून दाखवीन.

महाराज, ह्या मनुष्यानें तारुण्याच्या मदांत जीं लज्जास्पद अनन्वित कर्में केलीं, त्यांविषयीं मी कांहींच बोलत नाहीं. सरका ी कामांत वागूं लागल्यापासून त्यानें आजपर्यंत कशी वर्तणूक केली, तिचें मात्र थोडें वर्णन करितों. पहिल्या प्रथम त्यास, "क्वेस्तरची" [जामदाराची] जागा मिळाली. तेव्हांची ह्याची कृति पहाल, तर पहिल्यापासून शेवटपर्यंत एकसारख्या लबाड्या दृष्टीस पडतील. त्यानें जामदारखाना तर लुटला; आपणावर मुख्य अधिकारी होता, त्यास नागवून तोंडघशीं तर पाडिलें; फौजेस ऐत्या वेळीं सोडून देऊन तीस अन्नान्न गतीस लाविलें; हाताखालचा प्रांताचा प्रांत लुटून फस्त केला; व तेथील लोकांवर धर्माच्या कामांत, दिवाणी कामांत, हवा तसा जुलूम केला. पुढें एशियामैनर नामें प्रांतांत त्याची नेमणूक झाली; तेथें काय केलें ह्मणाल, तर त्या देशाची अगदीं राखरांगोळी उडविली; तेथील घरें, शहरें, व देवळें लुटून साफ केलीं. कांहीं दिवस स्वदेशांतला मोठा अधिकार त्यास प्राप्त झाला होता; त्यावेळेस हा कसा वागला हें, त्यांकडला पैसा आपल्या तोंडांत टाकावयाकरितां त्यानें जीं देवळें लुटलीं आहेत, व ज्या लोकोपयोगी कामांची हयगय केली आहे, त्याकडे पाहिलें ह्मणजे सहज समजेल; पण **सिसली** बेटांतली सुभेदारी त्यास प्राप्त झाल्यावर, तेथें जो त्यानें प्रळय केला, तेणेंकरून ह्याच्या दुष्टपणाचा अगदीं कळस झाला, व तेणेंकरून आपल्या अपकीर्तीचा जो ध्वज उभा केला आहे

तो सूर्य, चंद्र आहेत, तोंपर्यंत कदापि खालीं पडणार नाहीं. ह्याचा अम्मल त्या बेटांत तीन वर्षेंच होता; पण तितक्या काळांत त्यानें त्या देशाची जी हलाखी केली आहे, ती मोडून तो पहिल्यासारखा सावरण्यास अत्यंत चतुर व अत्यंत प्रामाणिक सुभेदार तेथें पाठविले तरी किती वर्षें लागतील कोण जाणे ? ही गोष्ट जगत्प्रसिद्ध आहे कीं त्यानें तेथें धुमाळी मांडिली होती त्या वेळेस **सिसली**च्या लोकांस त्यांचे मुळचे कायदे उपयोगीं पडेनात, व तो देश **रोमन** लोकांच्या ताब्यांत आल्यावर ह्या सभेनें त्या लोकांचे कल्याण करण्याकरितां जे नवीन कायदे केले होते, त्यांपासूनही त्यांचा फायदा होईना; फार तर काय, मनुष्यमात्राचे अक्षय्य व स्वाभाविक जे हक्क आहेत, त्यांनीं सुद्धां त्या बापुड्यांचें संरक्षण होईनासें झालें. त्याच्या कारकीर्दींत सर्व निवाडे, त्याची मान जशी हाले तसे होत असत. त्यानें हरएक कायदा, हरएक मामुल वहिवाट, हरएक हक्क मोडून टाकिला. मर्जीस वाटतील ते कर बसवून व कधीं कोणी ऐकिल्या नाहींत अशा बाबी काढून गरीब व मेहनती लोकांपासून जो त्यानें पैसा जमविला आहे, त्याची गणना नाहीं. प्रजा चरकांत घालून त्यानें अगदीं पिळून टाकिली आहे. तींत कांहीं सत्व राहिलें नाहीं. आपल्या राज्याशीं इमानानें व स्नेहानें वागणारे जे लोक होते, त्यांबरोबर शत्रूप्रमाणें हा वागला. **रोमन** ही पदवी बाळगणाऱ्या पुरुषांचे दासांप्रमाणें हालकरून त्यांस जिवें तर मारिलें. मोठमोठे अपराध केलेल्या गुन्हेगारांस लांच खावून शासन न करितां सोडून दिलें; आणि सर्व ज्यांस प्रामाणिक व भले म्हणत, अशा मनुष्यांस त्यांचें कांहीं एक बोलणें ऐकून नघेतां, दोषी ठरवून हद्दपार करून दिलें. चांगल्या बंदोबस्ताचीं मजबूत बंदरें असतां पैसा घेऊन देशांत चांचे लोक व लुटारू लोक येऊं दिलें. तसेंच **रोमन** लोकांच्या बहादारी खालच्या देशांतले शिपाई व खलाशी ह्यांस अन्नपाण्यावांचून मारिलें. गलबतें तर झाडून सारीं, डागदुजी नझाल्यामुळें मातीस मिळालीं. **सिसली** देशांत तेथच्या लोकांच्या हातचीं व **रोमन** लोकांच्या हातचीं जीं मोठमोठीं कामें होतीं, तीं

मोडून टाकिलीं. तेथें मोठाल्या शूर लोकांचे व राजांचे जे पुतळे होते, ते उखळून नेले. महाराज, काय सांगू! देवळांत देवांच्या चांगल्या मूर्ती सुद्धां ह्या राक्षसानें राहूं दिल्या नाहींत. त्यानें तेथें व्यभिचाराचा जो गहजब केला होता, त्याचें वर्णन सुद्धां करवत नाहीं; शरम वाटते. व ह्या गोष्टी-विषयीं विशेष नांवें घेऊन मी बोलत नाहीं. कांकीं, तसें केलें असतां ज्या अनाथ लोकांच्या बायका व मुली ह्या दुष्टानें जबरदस्ती करून बाटविल्या, त्या लोकांस उगीच आणखी दुःख होईल; आणि हे सर्व जे ह्यानें घोर अपराध केले, ते असे उघडपणें केले आहेत कीं ज्याला ज्याला ह्मणून ह्याचें नांव माहीत आहे, त्याला ते सर्व ठाऊक आहेत. इनसाफाच्या का-मांत खऱ्याचें खोटें व खोट्याचें खरें करून देशांतलें तुरुंग अत्यंत मेहनती व अत्यंत संभावित लोकांनीं भरून टाकून, **रोमन** ह्या पदवीच्या लो-कांस तुरुंगांत गळीं देण्याचा झपाटा ह्यानें आरंभिला. तो प्रळय चाल-ला असतां ह्याचा उन्माद इतका वाढला, कीं "मी **रोमन** आहे" हे शब्द उच्चारले असतां अत्यंत दूरदूरच्या देशांत व अत्यंत तिऱ्हाईत लो-कांत सुद्धां तुमच्या रयत मनुष्याचा बचाव होत असे, ते शद्ब तोंडावाटें काढिले असतां बचाव होण्याचें एकीकडे राहून ते उच्चारणाऱ्यांस विशेष लौकर व विशेष उग्र शासन प्राप्त होण्यास मात्र कारण होऊं लागले.

वेरीस, तुलाच विचारितों कीं ह्या आरोपावर तुझें काय बोलणें आ-हे? ह्या गोष्टींचा तूं आलाप करितोस? ह्यांमध्यें अमुक गोष्ट खोटी आहे, किंवा वाढवून सांगितली, असें म्हणण्यास तुला तोंड आहे? हे सभासदहो, आपणांस मी विचारितों कीं कोणी एकाद्या स्वतंत्र राजानें किंवा तिऱ्हाईत संस्थानच्या लोकांनीं **रोमन** हें नांव धारण करणाऱ्या मनुष्यावर ह्याच्यासारखा जुलूम केला असता, तर तेवढें कारण योग्य समजून त्यास शासन करण्याकरितां तत्काळ आपण स्वारी केली अस-ती, कीं नसती? आणि जर केली असती असें आहे तर, आपल्या हा-ताखालच्या ज्या दुष्ट सुभेदारानें अधिकाराच्या जोरानें उन्मत्त होऊन, फार दूर नव्हे, आपल्या नजरेखालच्या **सिसली** बेटांत **कोसानस** नामक

रोमन गृहस्थास अपराधावांचून उगींच्या उगींच क्रुसावर खिळून मारिलें, त्या साहस्यास कोणती शिक्षा असावी? अरे, असली घोर शिक्षा करण्यास सबब तरी काय कीं ह्या दुष्टानें त्या गृहस्थास उगींच **साराकूज** येथें तुरंगांत घातलें असतां तेथून सुटून त्यानें ह्यास सांगितलें, कीं मी **रोमन** असतां मजवर तूं विनाकारण जुलूम केला, सबब स्वदेशी (**इतलींत**) जाऊन सिनेतमध्यें तुजवर मी फिर्याद करीन. नंतर तो मनुष्य स्वदेशीं येण्याकरितां गलबतावर चढणार होता, तों त्यास ह्या दुष्ट सुभेदाराच्या हुकुमानें पकडून आणून त्यापुढें उभे केलें. त्या वेळेस एकाद्या पिसाळलेल्या समंधाप्रमाणें द्वेषानें डोळे पिंजारून व कपाळास आठ्या घालून ह्यानें त्या अनाथ मनुष्यास उघडा करण्याविषयीं व जेरबंद आणण्याविषयीं हुकूम केला; आणि तूं सिसली बेटांत चोरबातमी काढावयास आलास, असा त्यावर लटका आळ घातला. अहो, मी **रोमन** आहे, मी **प्रिशस** नामें अम्मलदाराच्या हाताखालीं चाकरी केली आहे, व तो अम्मलदार हल्लीं **पानार्मस** येथें आहे त्यास विचारल्यास तो मी कशा प्रकारचा मनुष्य आहे, तें सांगेल; ह्याप्रमाणें तो गरीब मनुष्य पुष्कळ ओरडला; पण हा दुष्ट गर्वानें व द्वेषानें अगदीं धुंद झाला होता. ह्यानें तें कांहीं एक न ऐकतां त्याची अप्रतिष्ठा व हाल करण्याविषयीं हुकूम केला. महाराज, सभासदहो, ह्याप्रमाणें निरपराधी **रोमन** गृहस्थास सर्व लोकांसमक्ष कोरड्यांनीं मारून त्या वापडयाच्या आंगचीं रक्तें काढिलीं. ह्याप्रमाणें कळवळत असतां, तो दीन, हतभाग्य, अनाथ **कोसानस**, आरंभापासून अखेरपर्यंत " मी **रोमन** गृहस्थ आहे मी रोमन गृहस्थ आहे " असे शब्द मात्र एकसारखे बोलत होता. त्यास उगींच वाटत होतें, कीं ह्या शब्दांनीं आपण अप्रतिष्ठेपासून व हालांपासून सुटूं. पण, महाराज, त्या गरीबास ह्या शब्दांपासून नफा न होतां, तो " **रोमन** आहे " हें सांगत असतां असतां त्यानें हुकूम केला, कीं ह्यास ठार मारावें; महाराज, चालीप्रमाणें मारणें नव्हे, तर दासासारखें क्रुसावर खिळून मारणें.

हाय, हाय, काय हा अनर्थ ! कोण अंदाधुंदी ! शिव शिव ! हे स्वतंत्रते, कोणीकडे गेलीस ? पूर्वी स्वतंत्रता हा शब्द हरएक **रोमन** गृहस्थाच्या कानास कसा अमृतासारखा गोड लागत होता ? “ **रोमन** गृहस्थ ” ह्या पदवीचा मान मागें केवढा होता ! पण हाय हाय ! आतां मातीपेक्षांही कमी मोलाची ती पदवी झाली ? अहो, सभासदहो, पण पुढें काय ? काय हा असा काळ आला काय ? अरे काय **रोमन** लोकांनीं नेमलेल्या क्षुल्लक सुभेदारानें **रोमन** प्रांतांत **इतालीच्या** शेजारीं, **रोमन** गृहस्थास विनाकारण बांधावें, कोरडयांनीं मारावें, तापलेल्या लोखंडाच्या पत्र्यांनीं भाजून हाल करावें, आणि शेवटीं अपमान करून गुलामासारखें क्रुसावर खिळून जिवें मारावें ? आणि काय त्या निरपराधी मनुष्यानें दुःखानें कळवळून केलेला आक्रोश, पाहणाऱ्या लोकांच्या डोळ्यांस आलेले आश्रू, **रोमन** लोकांचा प्रभाव, न्याय होऊन शिक्षा होण्याचें भय, ह्यां पैकीं एकाही गोष्टीनें किंवा एकंदर ह्या सर्व गोष्टींनीं ह्या राक्षसाच्या क्रूरतेचा व दुष्टपणाचा प्रतिबंध होऊं नये ? तो आपल्या संपत्तीच्या मदानें व बलानें सर्वांस तुच्छ मानून स्वातंत्र्याच्या मुळावर निर्भयपणें कुऱ्हाड घालीत असतां आम्हीं सर्वांनीं उगींच बसावें असा समय आला काय ?

शेवटीं मी सर्व सभासदांस सांगतों, कीं “ **केशस वेरीस** ” ह्यास असल्या लोकोत्तर व घोर कृत्यांबद्दल शासन न झाल्यास दाब अगदीं नाहींसा होऊन चोहींकडे दंगा होऊन जाईलसा धाक वाटतो; तर आपण चांगला विचार करून व न्यायाकडे लक्ष देऊन असा महाअनर्थ होऊं देणार नाहींत, अशी माझी देवापाशीं प्रार्थना आहे.

केयस मेरीयस ह्यांचें **रोमन** लोकांस भाषण. **रोमन** लोकांत प्रजासत्ताक राज्य होतें, त्या वेळीं राज्यांत दोन फळ्या होत्या. एकींत खानदानींचे महाजन लोक असत, व दुसऱ्या फळींत साधारण लोक असत. राज्यकारभार चालवण्याचे अधिकार व मोठमोठे हुद्दे, पहिल्या फळीच्या लोकांकडे वहुतकरून असत. ते दुसऱ्या फळींतल्या लोकांनीं आपल्या दावांत राहण्याविषयीं फार झटत. ह्यामुळें ह्या

दोन फळ्यांचे लोक एकमेकाचा फार हेवा करीत, व आपली सत्ता राखण्याविषयीं किंवा वाढवण्याविषयीं फार यत्न करीत. ह्याच कारणामुळें त्यांमध्यें वैमनस्यें पडून व द्वेष वाढून राज्यांत कधीं कधीं मोठे तंटे बखेडेही होत. **आफ्रिका** खंडाचा कांहीं भाग **रोमन** लोकांच्या अमलांत होता. त्या खंडांतल्या **"जुगार्था'**. नामक एका राजानें **रोमन** सरकारच्या बाहादरींतल्या एका संस्थानास उपद्रव केल्यावरून त्या राजाचें पारिपत्य करण्याकरितां **रोमन** सरकारास स्वारी कर्त्तव्य असतां त्या प्रसंगीं स्वारीकरितां फौज पाठवण्याचें टरवून मुख्य सेनापतीचा अधिकार **"केयस मेरियस"** ह्यास दिला. हा मनुष्य साधारण लोकांतला होता, खानदानीचा नव्हता. ह्या वेळीं साधारण लोकांचे पक्षाचें वर्चस्व होऊन महाजन लोकांचें मत विरुद्ध असतां, त्यांचें कांहीं न चालून **मेरियस** ह्यास हुद्दा मिळाल्यावर त्यानें हें पुढील भाषण केलें आहे.

हेमद्देशबांधवहो, मोठ्या हुद्याच्या व विश्वासाच्या जागा जे मागतात, त्यांचें त्या जागा प्राप्त होण्याच्या पुर्वीचें आचारण व त्या जागा प्राप्त झाल्या नंतरचें आचरण ह्यांच्यामध्यें फार तफावत बहुत वेळ दृष्टीस पडते. ते त्या जागा मागतांना एका तऱ्हेनें मागतात, व त्यांची वहिवाट दुसऱ्या तऱ्हेनें करितात. ते आरंभीं मोठे मेहनती, नम्र व निस्पृह दिसत असतात, पण अधिकार एकदां हातीं आला म्हणजे लौकरच ते अळशी गर्विष्ठ व लोभी असे होतात. सर्वांस समाधान होईल, अशा रीतीनें मुख्य अंमलदाराचें काम संकटसमयीं वहिवाटणें सरासरी गोष्ट नाहीं, तें मोठें कठीण काम आहे. हे मद्देशबांधवहो, आपल्या देशाची चाकरी करण्याकरितां मी जो हुद्दा पतकरीत आहे, त्याचें वास्तविक महत्व मी पूर्णपणें समजतों आहे, असें मला वाटतें. मोठ्याखर्चाची लढाई नीट चालवून सरकारी पैशाची तसनस होऊं न देणें ज्यांचें मन दुखवलें असतां फार वाईट अशा लोकांकडून बरोबर चाकरी करून घेणें, गोंधळ होऊं न देतां, परस्परांचा विरोध आल्यावांचून अनेक मसलती एकदम चालवणें; परमुलखांतल्या वस्तुस्थितीस लागू पडतील, अशा तजविजी

स्वदेशांत राहून योजणें, व हेवाकरणारे व द्वेषकरणारे प्रतिबंध करीत असतां तो सर्व न जुमानून उत्तम उद्देश सिद्धीस नेणें; ह्या सर्व गोष्टी करणें म्हटलें म्हणजे फारच अवघड गोष्ट आहे; अनुभवच घ्यावा, तेव्हांच तिचें वास्तविक काठिण्य कळतें, एरवीं कळत नाहीं.

आतां वर ज्या अडचणी सांगितल्या, ह्या मोठाल्या हुद्दे पतकरणाऱ्या सर्वच लोकांस आहेत, मलाच एकटयास आहेत असें नाहीं खरें; परंतु ह्या सर्व अडचणी असून माझी गोष्ट विशेषेंकरून कठीण आहे. ती विशेष कठीण कशी ह्मणाल तर, ऐका. महाजन मंडळींतल्या मोठ्या हुद्देदारानें जरी सुस्ती केली, किंवा त्याच्याहातून कांहीं अनन्वित कृत्य झालें, तरी त्यास मोठमोठे वजनदार लोक कैवारी असतात; त्याचें घराणें जुनें व खानदानीचें असतें; त्याचे पुर्वज देशाच्या पुष्कळ उपयोगीं पडले असतात; तसेंच त्याच्या वजनदारीमुळें बहुतलोक त्याच्या पक्षाकडे असतात. ह्या सर्व कारणांच्या योगानें त्यास आपल्या अपराधांबद्दलची शिक्षा चुकवितां येते. पण मला त्यांतली एक गोष्ट सुद्धां अनुकूळ नाहीं. मी करीन तरच माझा बचाव होईल. ह्यास्तव आपलें आचरण शुद्ध व निर्दोष ठेवण्याविषयीं मला फारच जपलें पाहिजे. ह्याखेरीज हे मद्देशबांधवहो, सर्व लोकांचा डोळा मी कसकसा वागतों, इकडे आहे; हें मी समजतों आहे. आणि जे पुरुष निष्पक्षपाती आहेत, ज्यांचें लक्ष देशाच्या वास्तविक हिताकडे विशेष, ते पुरुष मला अनुकूळ आहेत खरे, तथापि महाजन लोक माझें उणें काढण्याविषयीं डोळ्यांत तेल घालून पाहात बसले आहेत, हेंही मी पुरें समजून आहे. ह्याकरितां हे देशबांधवहो, तुम्ही माझा पक्ष उचलून मला जो एवढा अधिकार दिला आहे, त्याबद्दल तुम्हांस पश्चाताप नहोईल, व माझ्या नाशाकरितां अडून अडून जे कोणी बेत करिताहेत, त्यांचे सर्व बेत व्यर्थ होतील, असें करण्याविषयीं प्राण देऊन झटण्याचा मी दृढ निश्चय केला आहे; हें परिणामीं तुह्मासर्वांच्या ध्यानांत येईल.

मी लहान होतों, तेव्हांपासून श्रम करण्याची सवय मला लागली आहे, व संकटें मजवर बहुत गुदरलीं आहेत; तेणेंकरून त्या दोन्हींविषयीं मला कांहीं वाटत नाहीं. हे मद्देशबांधवहो, पूर्वी केवळ नांव मिळवण्या-

कारितां तुमची चाकरी पतकरून लढावयास गेलों होतों, त्या वेळेस कसा इमानानें तुमच्या हितास जपलों, हें तुम्हा सर्वांस ठाऊक असेलच; आणि आतां तर ज्यांत माझें हित होईल, असा हुद्दा तुम्हीं मजकडे दिला आहे, तर ह्या प्रसंगीं तुमचा विश्वास मी कधीं खोटा करणार नाहीं. जुगार्था ह्या बरोबर लढाई करण्याकरितां तुम्हीं मला मुख्य सेनापति नेमलें आहे, हें पाहून महाजन मंडळीस फार वाईट वाटतें; पण हे देशबांधवहो तुम्हीं हें जें केलें तें बरोबर आहे. त्या लब्धप्रतिष्ठित लोकांतल्या मनुष्यास हा हुद्दा देण्यांत काय शहाणपणा आहे? तो मनुष्य गर्भश्रीमंत, नामांकित व जुन्या घराण्यांतला असेल, व त्याच्या पुर्वजांनीं मोठमोठालीं कृत्यें केल्यावरून त्यांचे बहुत पुतळे*झाले असतील; पण त्या पुरुषास वाकबगारी कोठें आहे? तसल्या पुरुषाचे पूर्वीं पराक्रमी, पण आतां मेलेले पूर्वज त्याच्या कुळांतले निर्जीव पुतळे, लढाईच्या दिवशीं आपल्या देशाच्या काय उपयोगीं पडणार आहेत? असल्या सेनापतीस युद्धप्रसंगीं संकटें प्राप्त झालीं असतां, त्याच्या गैरवाकबगारीमुळें तीं निवारण करण्याचें त्यास कळत नसतें, व तो गोंधळून जातो; आणि असें झालें असतां आपल्या हाताखालच्या अम्मलदाराच्या मतानें वागण्याखेरीज त्याच्यानें दुसरें काय होणार आहे? ह्याप्रमाणें खरोखर पाहतां खानदानीच्या सेनापतीवर दुसरा सेनापति असतो. खानदानीचा मनुष्य नांवाचा मात्र सेनापति असतो पण खरा सेनापति ह्मटला ह्मणजे साधारण लोकांपैकींच असतो. ही गोष्ट अनुमानानें काढिलेली किंवा ऐकिवांतली मी सांगत नाहीं. मी स्वतः असे लोक पाहिले आहेत, कीं त्यांस सेनापतीचा हुद्दा मिळाल्यावर जे आपल्या देशांची हकीगत वाचूं लागले, तोंपर्यंत त्यांस त्या हकीगतीची कांहीं एक माहिती नव्हती; म्हणजे ह्याचा अर्थ असा,

---

* रोमन लोकांत व ग्रीक लोकांत कोणी नामांकित पुरुष झाला, म्हणजे त्याचें नांव बहुत दिवस राहण्याकरितां त्याचा पुतळा करून तो प्रसिद्ध ठिकाणीं ठेवीत असत व ती चाल युरोप खंडांत अद्यापि चालू आहे. व तसे पुतळे करण्याची रीत इंग्रजांनीं ह्या देशांत चालू केली आहे.

कीं त्यास प्रथम हुद्दा मिळाला, आणि नंतर तो नीट चालवितां येण्याच्या तयारीस त्यांनीं प्रारंभ केला.

हे मद्देशबांधवहो, तुह्मां सर्वांस विचारितों, तुम्हीच सांगा कीं, गर्विष्ठ खानदानीचा माणूस व वाकबगार साधारण माणूस, ह्या दोहोंत निवड करणें झाल्यास कोणत्यास सेनापतीचें काम दिल्यापासून विशेष फायदा आहे तो ? ह्या महाजन लोकांनीं ज्या गोष्टी केवळ वाचल्या आहेत, त्यांपैकीं कांहीं मी डोळ्यांनीं पाहिल्या आहेत, व कांहीं मी आपल्या हातांनीं बजाविल्या आहेत. त्यांस वाचून जें ठाऊक आहे, तें मला करून ठाऊक आहे. महाजन मंडळी माझ्या नीच कुळाचा तिरस्कार कारिते; पण मी त्यांच्या स्वतःच्या नीचपणाचा तिरस्कार करितों. माझा जन्म उत्तम कुळांत झाला नाहीं, व मजपाशीं दौलत नाहीं; म्हणून मला सेनापतीचा अधिकार देऊं नये; असें महाजन मंडळी म्हणते; पण मी म्हणतों, कीं त्यांच्या आंगीं पराक्रम व योग्यता नाहींत, म्हणून त्यांस तो अधिकार देऊं नये. एका मनुष्यास दुसऱ्या मनुष्यापेक्षां श्रेष्ठपण किंवा कनिष्ठपण येतें, तें त्याच्या आंगच्या अकलेपेक्षां व पराक्रमापेक्षां दुसऱ्या कोणत्या गोष्टीनें येतें ? माझें स्वतःचें मत पुसाल, तर जो पुरुष सर्वांत शूर, तो सर्वांत श्रेष्ठ असें मला वाटतें. ह्या महाजन मंडळींत जे कितीएक अप्रयोजक पुरुष आहेत, त्यांच्या बापास जर देवतेनें प्रसन्न होऊन विचारिलें असतें, कीं तुम्हांस पुत्र कसे पाहिजेत ? हल्लींच्या त्यांच्या अप्रयोजक पोरांसारखे पाहिजेत; किंवा माझ्या सारखे (**केयस मेरियसाच्या** सारखे) पाहिजेत ? तर त्यांच्या बापांनीं अत्यंत पराक्रमी व अक्कलवान आपले पुत्र असावे, असें मागितलें असतें, कीं नसतें ? महाजन लोक योग्य कारणानें माझा जर तिरस्कार करीत असले, तर त्यांस आपल्या पूर्वजांचा तिरस्कार केला पाहिजे. कारण कीं, त्या पूर्वजांस जो श्रेष्ठपणा मिळाला होता, तो त्यांच्या आंगच्या शूरपणानेंच मिळाला होता. मला मोठी प्रतिष्ठा मिळाली, म्हणून मात्र त्यांस वाईट वाटतें; पण ती प्रतिष्ठा मिळण्याच्यापूर्वीं आपल्या देशाचे हिताकरितां मी जे श्रम केले, जे हाल सोसले, व जीं संकटें भोगिलीं,

त्यांपैकीं आपण कांहीं केलें नाहीं, ह्याबद्दल त्यांस वाईट कां वाटत नाहीं ? महाराज, हे कवडीचे माल मनुष्य आपले दिवस अळसांत अशा रीतीनें घालवितात, कीं तुम्ही उद्योगी पुरुषांस जो मान देता, त्याची ह्यांस जशी काय पर्वाच वाटत नाहीं, असें एकाद्यास वाटेल; आणि स्वतः असे आळशी असून मोठे उद्योगी व पराक्रमी असल्या सारखे तुम्हांपासून मोठाले हुद्दे प्राप्त होण्याची अपेक्षा करितात. मला ही मोठी आश्चर्याची गोष्ट वाटते, कीं हे लोक ख्यालीखुशालींत आपला काळ घालवून त्याबद्दल उद्योगशीलतेचें बक्षीस प्राप्त होण्याचा दावा सांगतात ! हे महाजन लोक आपल्या पूर्वजांस जसें वाखाणितात, तसें कोणी वाखाणीत नसेल. त्यांस असें वाटतें कीं पूर्वजांची जितकी स्तुति करावी तितका आपणास अधिक थोरपणा येतो; परंतु वास्तविक पाहतां त्यांच्या स्तुति करण्यानें विपरीत परिणाम मात्र होतो. कारण कीं, त्या पूर्वजांची उत्तम गुणांविषयीं जेवढी कीर्ति होती, तेवढी ह्यांची दुर्गुणांविषयीं आज फजिती मात्र आहे. पूर्वज प्रतापी असले म्हणजे, तेणेंकरून त्यांचे वंशज प्रकाशास येतात, हें खरें आहे; पण त्यापासून होतें काय ? त्या वंशजांचें वास्तविक स्वरूप सर्वांच्या दृष्टीस पडतें; म्हणजे ते वंशज चांगले असले तर त्यांचा थोरपणा दिसतो, व वाईट असल्यास त्यांचा पाजीपणा उघाडीस येतो. माझ्या पूर्वजांच्या पराक्रमांचा मला डौल मारितां येत नाहीं, हें मी कबूल करितों; पण स्वतः मजविषयीं जर महाजन लोक कांहीं उणीं काढीत असले, तर त्यांस उत्तर देण्यास मी तयार आहें.

हे मद्देशबांधवहो; तुम्हीच पहा, कीं हे महाजन लोक कसे पक्षपाती आहेत. ते पूर्वजांनीं केलेल्या पराक्रमांबद्दल आपणास थोरपण घेतात, व तेच पराक्रम स्वतः मीं केले असतां त्यांबद्दल माझा थोरपणा कबूल करीत नाहींत. केवढा हा अन्याय ! ते ह्मणतात, अहो, ह्याच्या घराण्यांत पुतळे कोठें आहेत ? ह्यास नामांकित अशा एका तरी पूर्वजाचें नांव सांगतां येईल का ? पण तसें मला करितां आलें नाहीं, तर काय

झालें ? आपण नामांकित कृत्यें करून स्वतः प्रसिद्धीस येण्यापेक्षां नामांकित पुरुषांच्या वंशांत जन्मून त्यांच्या नांवांस आपल्या पाजीपणानें काळोखी आणण्यांत विशेष प्रतिष्ठा आहे काय ? माझ्या घराण्यांत पुतळे नसले म्हणून काय झालें ? अरे स्वतः शत्रूंचा पराभव करून त्यांपासून हिरावून घेतलेले त्यांचे झेंडे, कवचें, त्यांचीं भूषणें दाखवण्याचें मला सामर्थ्य आहे. तसेंच मी आपल्या देशाचा कैवार धरून शत्रूकडल्या वीरांशीं लढत असतां आंगावर लागलेल्या जखमांचे वण दाखवण्याचें मला सामर्थ्य आहे. हींच माझे पुतळे आहेत. ह्याच किताबांचा मी गर्व वाहतों. हीं मला वडिलांच्या कमाईनें मिळालीं नाहींत; तर हीं मी स्वतः मेहनत करून हाल भोगून व तरवार गाजवून जेथें रक्ताच्या नद्या वाहताहेत, व मासाचा चिखल झाला आहे, अशा रणांगणांत मिळविलीं आहेत; महाराज ज्या समरांगणांत हे महाजनलोक जे अडून अडून माझा कमीपणा काढिताहेत, ते होते कोठें ? ह्या असल्या भागुबाईच्यानें तसल्या घोर समरांगणांत तोंड देखील दाखवावयाचें नाहीं; मग पराक्रम करणें तर दूरच आहे.

वेरुळाजवळचीं लेणीं.

मुसलमान लोकांनीं स्वाऱ्या करून ह्या देशांत आपला अंमल बसविण्याच्यापूर्वी ह्या हिंदुस्थान देशाची स्थिति पुष्कळ अंशीं फार चांगली होती असे अनेक गोष्टींवरून सिद्ध होतें. प्राचीनकाळचे जे कांहीं ग्रंथ राहिले आहेत, त्यांवरून, त्या काळच्या व्यापारावरून, त्या काळीं ह्या देशांत अपार संपत्ति होती, असे जे **यवन** लोकांत लेख आहेत, त्यांवरून, व त्या काळच्या ज्या कांहीं थोड्या इमारती कालचक्राच्या व दुरभिमानी क्रूर शत्रूंच्या झपाट्यांतून उरल्या आहेत, त्यांवरून वर सांगितलेलें अनुमान सिद्ध होतें. **हिंदुस्थाना**च्या अनेक भागीं व विशेषतः **दक्षिणेंत** पुष्कळ ठिकाणीं डोंगरांतले खडक कोरून मोठमोठीं देवळें तयार केलेलीं हल्लीं आढळतात, व हीं देवळें अप्रसिद्ध ठिकाणीं व निवाऱ्याच्या जागीं असल्यामुळें त्यांस हिंदुधर्मद्वेष्टे, क्रूर, अज्ञान, अशा **मुसलमान** अम्मलदारांपासून व वारा, ऊन, पाऊस ह्यांपासूनही फारसा

उपद्रव झाला नाहीं, तेणेंकरून आजपर्यंत तीं टिकलीं आहेत. हीं देवळें कधीं व कोणीं बांधिलीं, ह्याचा अद्यापि चांगला शोध लागला नाहीं. ह्यांस लेणीं असें ह्मणतात. साधारण लोकांत दंतकथा अशी आहे कीं हीं देवळें **पांडव** अज्ञातवासांत होते त्या वेळेस त्यांनीं कोरलीं आहेत, व ह्या दंतकथेवरून त्यांस **पांडवकृत्यें** असेंही एक नांव पडलें आहे. आतां ह्या इमारती **पांडवांनीं** कोरल्या नाहींत हें सिद्ध करणें अगदीं कठीण नाहीं. ह्या दंतकथेस पहिलें विरुद्ध प्रमाण हें कीं **भारत** नामक ज्या पुराणांत **पांडवांच्या** गोष्टी लिहिल्या आहेत, त्या पुराणांत त्या राजपुत्रांनीं हीं देवळें कोरल्याची गोष्ट मुळींच नाहीं; व त्या पुराणावरून पाहिलें असतां **पांडव दक्षिणेंत** आले होते, असेंही अनुमान होत नाहीं. तसें ह्या कोरींव देवळांपैकीं कांहीं देवळें ब्राह्मणांच्या देवांचीं आहेत, व कांहीं **जैनांच्या** व **बौद्धांच्या** देवांचीं आहेत; ह्यावरून तीं भिन्न लोकांनीं व बहुतकरून भिन्न काळीं बांधिलीं असावीं असें सिद्ध होतें. ह्या प्रकारचीं देवळें **घारापुरी, कान्हेरी, कारलें, वेरूळ, जुन्नर** इत्यादि बहुत ठिकाणीं आहेत; परंतु त्या सर्वांत वेरूळाजवळचीं लेणीं पुष्कळ व फारच मोठीं, व सुरेख आहेत, असें पाहून आलेले बहुत लोक सांगतात. ह्या स्थलाचें वर्णन कितीएक **साहेब** लोकांनीं इंग्रजी भाषेंत लिहून ठेविलें आहे, त्यांपैकीं एकदोन ग्रंथांच्या आधारानें हें पुढील संक्षिप्त वर्णन मराठी वाचणाऱ्यांकरितां ह्या ग्रंथांत केलें आहे.

दक्षिणेंत पूर्वीं **देवगड** म्हणून मोठें नामांकित नगर होतें; त्यास हल्लीं **दौलताबाद** असें म्हणतात. त्या शहराच्या जवळच **वेरूळ** म्हणून एक लहान खेडेंगांव आहे. त्यापासून पूर्वेच्या बाजूस सुमारें अर्धकोसावर अर्धचंद्राकृति एक डोंगर आहे. ह्या डोंगराचा पसार दक्षिणोत्तर आहे, व त्याचीं दोहोंबाजूंचीं टोकें मध्यापेक्षां बरींच विशेष उंच आहेत. उत्तरेच्या टोंकाच्या शेवटास "**पारसनाथाची सभा**" ह्या नांवाचें लेणें आहे, व दक्षिणेच्या टोंकाच्या शेवटास जें लेणें आहे त्यास

धेडवाडा म्हणतात, व तें ठिकाण विटाळाचें समजून हिंदुलोक ते पाहण्यास जात नाहींत. पण तें लेणें पाहण्यासारखें सुरेख आहे. असो. बाकीचीं ह्या दोन लेण्यांच्या मध्यभागीं आहेत, तीं सर्व सारख्या उंचीवर नाहींत, व एकमेकांपासून सारख्या अंतरावरही नाहींत. खोदणाऱ्यांस भिंतीसारखा खडक जेथें जेथें सांपडला, त्याप्रमाणें त्यांनीं त्या त्या ठिकाणीं देवळें कोरलीं.

एक **इंग्रज** ग्रंथकार ह्या लेण्यांविषयीं असें लिहितो कीं ह्या भयाण इमारती प्रथम दर्शनीं मोठ्या भव्य दिसतात, व त्या पाहून मन थक्क आणि उदास होतें. ह्या देवळांची संख्या, त्यांची शोभा, व कांहींकांची विस्तीर्णता व उंची, कांहींकांतलें अनेक प्रकारचें नक्षीचें काम, त्यांवरील नानाप्रकारची व चमत्कारिक वेलबुटी, त्यांच्या खांबांवरचें उत्तम प्रकारचें खोदींव काम, अनेक प्रकारचीं भिंतींवर कोरलेलीं चित्रें, व मोठमोठ्या विशाळ मुर्ति, इत्यादि सर्व विषय दृष्टीस पडले म्हणजे, पाहाणाऱ्याचे चित्तास मोठें आश्चर्य वाटतें, आणि मन व्यग्र होतें. ह्या इमारती पुष्कळ आहेत, व त्यांत पुष्कळ तऱ्हा आहेत, तेणेंकरून त्यांची एकवटीनें कल्पना मनांत आणितां येत नाहीं. ह्यांच्या प्रथम दर्शनीं अंतःकरणांत ज्या भावना होतात, ह्मणून वर सांगितलें, त्या लौवकरच जाऊन मनांत असा विचार उद्भवतो, कीं हीं एवढीं अचाट कामें ज्या लोकांनीं बांधिलीं, व त्यांकरितां ज्यांनीं इतका श्रम केला, व त्यांवर इतकें कौशल्य प्रगट केलें, ते लोक अडाणी तर खचींत नव्हते; पण ते कोण होते, कोणत्याकाळीं ते एवढ्या वैभवास चढले, व त्यांचे पुढें काय झालें, ह्यांविषयीं कांहींच मागमूस राहिला नाहीं हें कसें? असा विचार मनांत येऊन फारच आश्चर्य वाटतें. ह्या देवळांपैकीं कितीएक देवळें बौद्ध धर्माचीं आहेत. तो **बौद्ध** धर्म त्या धर्माच्या लोकांच्या राज्यासारखा ह्या देशांतून नाहींसा झाला आणि एवढी उलथापालथ झाली असतां तीविषयीं लेख अगदीं कोठेंही आढळत नाहीं, ह्याचें हीं कारण काय असेल तें असो.

ह्या डोंगरावर बहुत लेणीं आहेत, व त्यांमध्यें **इंद्रसभा** वगैरे कांहीं फारच उत्कृष्ट व मोठीं आहेत, त्या सर्वांचें वर्णन करूं लागल्यास फार

विस्तार होईल, तो न व्हावा ह्मणून त्यांमध्यें **कैलास** ह्मणून जें सर्वोत्कृष्ठ देवालय आहे; त्याचें थोडेंसें येथें वर्णन करितों.

हें देऊळ खडक भोंतालून फोडून काढून मध्यें कोरून तयार केलें आहे. ह्याचा आंत जावयाचा थोरला दरवाजा जो आहे, तो फारच सुरेख व भव्य आहे. त्याच्या दोन्ही बाजूंस बहुत नक्षी व कोरींव काम आहे. हा दरवाजा फार मोठा आहे, व त्याच्या दोन्हीकडे देवड्या आहेत. दरवाज्यावर मोठें दालन आहे. ही नगारखान्याची जागा असावी, असें वाटतें. ह्या नगारखान्याचे पुढले खांब फार शोभायमान आहेत. दरवाज्यांतून आंत जातांना दोहों बाजूंस बहुत कोरींव काम आहे. त्या मध्यें उजव्या बाजूस **अष्टभुजाभवानी**चें चित्र आहे, व डाव्या बाजूस **गणपती**चें चित्र आहे. आंत गेलें म्हणजे मोठें विस्तीर्ण पटांगण दिसतें. हें सर्व खडक वरून फोडीत आणून केलें आहे, व त्या पटांगणांत मध्यें खडक राखून त्यांतून कांहींसें शंकाकृति असें मोठें देवालय कोरलें आहे. ह्या देवळाची रचना, व त्यावर जें तऱ्हेतऱ्हेचें बारीक मनस्वी कोरींव सुरेख काम आहे, तें, ह्यांचें कितीही वर्णन केलें तरी पुरावयाचें नाहीं. हें मुख्य देऊळ व दरवाज्यावरचा मजला हीं पुलानें जोडिलेलीं आहेत. हा पूल इमारत खोदितांना मधला खडक राखून केला आहे. ह्या पुलाखालीं दरवाज्याच्या समोरासमोर शेवटीं कमळावर बसलेली **भवानी**ची मुर्ति आहे, तिच्या दोन्ही बाजूंस दोन हत्ती आहेत; व त्यांनीं आपल्या सोंडा उचलून देवीच्यावर एकमेकीस लाविल्या आहेत. दरवाज्यांतून आंत जातांना दोन्ही बाजूंस हत्ती आहेत. ते छिन्न भिन्न झाले आहे. हत्तींच्या मागें दोन्ही बाजूंस दालनें आहेत; व त्यांमध्यें डाव्या बाजूचीं फारच सुरेख आहेत; व त्यांत पुष्कळ कोरींव काम आहे. पटांगणांत गेलें म्हणजे दोन्ही बाजूंस दोन चौकोनी सुटे खांब आहेत; ह्या खांबांच्या शिखरांवर कोरींव काम असेल असें वाटतें; परंतु हल्लीं तीं शिखरें मोडून गेलीं आहेत. त्या शिखरांवर एकेक सिंव्हाचें चित्र असेल असें डाव्या हातच्या खांबाच्या शिखरावर जो कांहीं मोडका भाग राहिला आहे, त्यावरून अनुमान होतें.

.....

थोरल्या दरवाज्यावरचा नगारखाना व मुख्य देऊळ ह्यांच्यामध्यें पुल आहे, ह्मणून सांगितलें; त्या पुलाच्या सुमारें मध्यभागीं नंदीचें चतुष्कोन देऊळ आहे. ह्या देवळाच्या दोन्ही बाजूंस दोन खिडक्या आहेत, व त्या खिडक्याच्या समोरासमोर वर सांगितलेले दोन चौकोनी सुटे खांब आहेत. नंदीच्या देवळांतून निघून पुलावरून पुढें गेलें ह्मणजे मुख्य देवळाचें पुढलें उघडें दालन लागतें. तें पुलापेक्षां उंच आहे. हें दालन फारच सुरेख आहे. ह्या दालनास दोन शान खांब आहेत, व या खांबांवर पुढल्या बाजूस दोन सिंह आहेत व आंतल्या आंगास दुसरीं चित्रें आहेत. ह्या उघड्या दालनांतून मुख्य देवळाच्या मुख्य सभामंडपांत जावयाचा जो दरवाजा आहे, तो फारच सुंदर आहे, व त्याच्या दोन्ही बाजूंस मोठमोठीं चित्रें कोरलीं आहेत. ह्या उघड्या दालनांत खालच्या पटांगणांतून यावयास दोहों बाजूंस पायऱ्या आहेत. मुख्य देवळाचा चहुत्रा सुमारें एक मजला उंच आहे त्याच्या बाजूंस बाहेरच्या आंगांवर एकीकडे **रामरावणांची** व एकीकडे कौरव पांडवांची अशा लढाया कोरल्या आहेत, व ह्या चित्रांच्या मध्यें मध्यें हत्ती सिंह, वाघ, प्राण्यांचीं डोकीं कोरून त्यांवर मुख्य देऊळ आहे असें दाखविलें आहे.

उघड्या दालनांतून सभामंडपांत जावें. ह्या मंडपास दोहोंबाजूंस खांबाच्या दोन दोन ओळी आहेत. सभामंडपाचें मधलें दालन चौकोनी आहे. ह्या मंडपांत एकंदर सोळा खांब आहेत. ह्या मंडपाच्या शेवटच्या बाजूस गाभारा आहे, त्यांत **शिवाचें** लिंग आहे. गाभाऱ्याच्या दाराच्या दोहोंबाजूंस पुष्कळ कोरींव सुरेख काम आहे. सभामंडपाच्या मध्यभागीं उभें राहिलें असतां दोहोंबाजूंस दोन दारें आहेत, व त्यांच्या बाहेर दोन उघडीं दालनें आहेत. ह्या दालनांच्या ठिकाणीं देवळाचा चहुत्रा दोहोंबाजूंस बराच पुढें गेला आहे. ह्या दालनांपैकीं उजव्या हाताकडलें दालन व त्याच्या समोरचा ह्मणजे पटांगणांतला उजव्या हाताकडला सोपा, ह्यांच्यामध्यें पूर्वीं पूल होता, तो सुमोरें शंभर वर्षांपूर्वी पडला. तसेंच मुख्य गाभाऱ्याच्या तिन्ही बाजूंस मोकळा चहुत्रा आहे. त्या चहुत्र्यावर सभामंडपांतून जा-

ह्याकरितां मुख्य गाभाऱ्याच्या दोहोंबाजूंस दोन दारें आहेत. ह्याप्रमाणें सभामंडपांत येण्यास पांच दारें आहेत. तसें ह्या उघड्या चहुत्र्यावर मुख्य गाभाऱ्याच्या दोहों बाजूस दोन, व मागल्या बाजूस तीन, अशीं पांच देवळें आहेत. त्यांवर नक्षीचें काम व कोरींव चित्रें बहुत आहेत. व त्या देवळांत देवाच्या मूर्ति नाहींत.

पटांगणांत मुख्य देवळाच्या दोहोंबाजूंस व मागल्या बाजूस असे मोठमोठे सोपे आहेत. ही इमारत बहुतकरून दुमजली आहे. उत्तरेकडील सोप्याच्या दुसऱ्या मजल्यावर मोठें दालन कोरलें आहे; ह्याचे खांब फार नक्षीचे व सुरेख आहेत, व दालनाच्या मध्भागीं **ब्रम्हा, विष्णू,** आणि **महेश्वर,** ह्यांच्या मुर्ति शेजारीं शेजारीं आहेत. ह्यांखेरीज तेथें दुसरीं पुष्कळ चित्रें आहेत व त्यांपैकीं कांहीं फारच उत्कृष्ट आहेत. ह्या भागाच्या शेवटीं गाभाऱ्यांत **शिवाचें** लिंग आहे; व जिन्याचे वरच्या दाराजवळ **नंदी** आहे. दक्षिणेकडल्या बाजूस जो सोपा आहे, तो तिमजली आहे. ह्यांतही अनेक प्रकारचीं चित्रें आहेत. ह्या सोप्यांत मुख्य देवळाच्या सभामंडपांतून जावयास एक पूल राखिला होता, तो शंभर वर्षांपूर्वी पडला म्हणून वर सांगितलेंच आहे. त्या सोप्यांत हल्लीं शिडी लाविल्यावांचून जातां येत नाहीं. **औरंगजेब** पादशाहानें व दुसऱ्या **मुसलमान** राजांनीं ह्या देवळाची बहुत खराबी केली, व पुष्कळ मुर्ति छिन्नभिन्न करून टाकिल्या आहेत.

कैलास हें देऊळ बाहेर पाहिलें असतां तटाच्या भिंती सारखें सरासरी भिकार दिसतें; परंतु आंत जाऊन तेथलें मुळापासून शिखरापर्यंत कोरींव कामानें भरलेलें मुख्य देऊळ व भोंतालचे सोपे व सुटे खांब व हत्ती व दुसरीं हजारों चित्रें हें सर्व जेव्हां दृष्टीस पडतें; तेव्हां चित्तास फारच चमत्कार वाटतो. ह्या एवढ्या अफाट कामाचा नकाशा पूर्वी मनांत आणून तें तयार ज्यांनीं केलें असेल, ते लोक मोठे कल्पक मोठे

सामर्थ्यवान, व दृढनिश्चयी असले पाहिजेत, व हे गुण हल्लींच्या हिंदुलोकांत त्या लोकांच्या शतांश किंवा लक्षांश सुद्धां उरले नाहींत. वर कैलासाचें जें वर्णन केलें आहे, तें अगदीं संक्षिप्त व फार कोतें आहे. एक इंग्रज ग्रंथकार ह्मणतो, कीं ह्या स्थलाचें वर्णन करून पुरावयाचें नाहीं. त्याची वास्तविक कल्पना मनांत यावयास तें स्थल स्वतः डोळ्यांनींच पाहिलें पाहिजे.

ग्रंथकर्त्याची सूचना.

पहिल्या पृष्ठापासून ज्या आकृतींचा मधून निर्देश केला आहे त्या शेवटील पृष्ठावर अनुक्रमवार पहाव्या.

आकृति पहिली.

ही आकृति समुद्राचें तुटलेलें तीर दाखविते. **अ ब क ड** आणि **फ ग ह ई** हे दोन आपोआप झालेले छेद आहेत, व ह्यांत जमिनीच्या पोटांतले निरनिराळे एकमेकावर रचलेले थर दिसतात. **अ ड ए** हा कृत्रिम म्हणजे कृतीनें केलेला छेद आहे. हा काढण्याचा हेतु इतकाच आहे, कीं जमिनीच्या दृश्य भागांतल्या प्रमाणेंच तिच्या अदृश्य भागांत ते थर आहेत, हें वाचणाऱ्यास दिसावें.

आकृति दुसरी.

वनस्पतीचे निरनिराळे भाग समजावे म्हणून ही एका झाडाची आकृति काढली आहे. **अ** हा झाडाचा दांडा आहे– **ब** हीं मुळें– **क** हीं पानें– **ड ड ड ड** हीं उपपानें ज्यांस **इंग्रजींत** स्टायप्यूल्स म्हणतात, तीं आहेत. फुलांचा दांडा व पान ह्यांचा जेथें संयोग झाला आहे, तें स्थान **ए** त्यास अक्सिल म्हणतात. अक्सिलांतून **ए फ ग** दांडा उत्पन्न झाला आहे, आणि त्यावर फूल आहे. ह्या दांड्यास पिदंकल अशी पारिभाषिक संज्ञा आहे. **फ फ** हे पिदंकलावरच्या शेवटा जवळचे खवले आहेत. **ग** ह्या फुलाच्या बाहेरच्या आंगच्या हिरव्या पांकळ्या होत. ह्यांतून प्रत्येकीस सेपल म्हणतात, व एकवटीनें त्यांस केलिक्स म्हणजे पुष्पावरण असें पारिभाषिक नाम आहे. **ह** ह्या फुलाच्या रंगित पांकळ्या होत. ह्या हिरव्या पांकळ्यापेक्षां मोठ्या असतात, व ह्यांस एकवटीनें फुलवरा असें पारिभाषिक नाम आहे. **ई** हे केसर म्हणजे फुलांतले तंतु होत. ह्या केसरांच्या मध्य भागीं जो तंतु असतो त्यास मध्यकेसर म्हणतात. तो **के** अक्षरानें दाखविला आहे. हा पोकळ असतो, व खालीं कांहीं जाड असून वर बारीक बारीक होत गेलेला असतो. त्याचे शेवटीं बारीक बोंड असतें.

आकृति तिसरी.

ही आकृति पृथ्वीच्या पृष्ठ भागाची वर्तुळ बाह्य पातळी दाखविते. **ब क ए फ** हा समुद्राचा पृष्ठभाग आहे. तिरावर **अ** स्थळीं उभा राहून कोणी एक मनुष्य गलबत समुद्रांत दूर जातांना पाहत आहे. **अ ड** हें पाहणाऱ्याचें क्षितिज होय, ज्या क्षितिज रेघेखालीं गेलेला पदार्थ त्यास दिसेनासा होतो.

आकृति चवथी.

ह्या अकृतींत तावदानाचीं भिंगें करण्याच्या कृतींतले एका मागून एक घडणारे मुख्य मुख्य व्यापार दाखविले आहेत.

कांचेचा रांधा मुशींत घालून त्यास आंच देऊन तो पातळ झाल्यावर एक मनुष्य सुमारें सहा फूट ह्मणजे चार हात लांबीची नळी घेऊन तिचें एक टोंक त्या रसांत बुडवून भिंगाचा एक पत्रा होण्यापुरता रस घेतो. मग नळीच्या टोंकास लागलेल्या रसाच्या लगद्यास एक मनुष्य **अ** लोखंडाचा मुळगुळीत पत्रा **ब** ह्यावर घोळून त्यास आकार आणितो, व दुसरा मनुष्य **क** इकडे नळी फुंकीत असतो; तेणें करून तो लगदा फुगून त्यास निवडूंगाच्या फळासारखा **ड** आकार येतो. फुंकणारा कांहीं वेळ फुंकून झाल्यावर तो गोळा ऊन करितो, व पुनः फुंकितो. व प्रत्येक वेळीं फुंकूं लागण्याचे पूर्वी तो गोळा लोखंडाची कांब **ए** हीवर दाबितो; तेणेंकरून भिंगाच्या पत्र्यास **फ** मध्य होतो. त्या मध्यास इंग्रजींत बुल्स ऐ (बैलाचा डोळा) अशी पारिभाषिक संज्ञा आहे. हें फुंकण्याचें काम मोठें करामतीचें आहे, व तेणेंकरून त्या लगद्यास गोलाकृति प्राप्त झाली म्हणजे, तो एक बैठक **ग** हीवर ठेवितात; आणि एक लोखंडाचा दांडा **ह** ज्यास इंग्रजींत पंतिराद म्हणतात, त्यावर चिकटण्याकरितां थोडासा कांचेचा ऊन रस घेऊन तो दांडा भिंगाच्या गोलास मध्यभागीं पोकळ नळी **इ** हिच्या समोरासमोर बाहेरून चिकटावितात; आणि नळी त्या गोलापासून सोडवून घेतात; तेणेंकरून गोलास सुमारें दोन इंच व्यासाचें वाटोळें भोक पडतें. हा नवीन चिकटविलेला दांडा धरून फुं-

कणारा त्या गोलाचें तोंड भट्टीजवळ तापवून पाहिजे तितकें मऊ करितो. मग तो दांडा फिरवितो. पहिल्यानें हळूहळू फिरवून मग फार वेगानें फिरवितो; व मधून मधून ती कांच आंच देऊन मऊ राखितो. मग ध्रुवोत्सारक प्रेरणेनें मध्यभागाचें भोंक मोठें होतां शेवटीं गुंडाळलेलें अवजार मोठ्या वाऱ्यांत सोडिलें असतां जसा मोटा अवाज होतो, तसा मोठा अवाज होऊन एकाएकीं त्या गोलाचा उघडून एकदम के पत्रा होतो. हा पत्रा वाटोळा असतो, व त्याचा व्यास सुमारें साडेचार फूट असून त्याची जाडी सर्व ठिकाणीं सारखी असते. मध्यभाग **फ** जेथें तो पंतिराद दांड्यास चिकटलेला होता, त्या ठिकाणीं मात्र तो अधिक जाड असतो. हा पत्रा निवून तसाच रहावा, लवूं वगैरे नये, ह्मणून कांहीं वेळ तसाच हळू हळू फिरवीत असतात. मग तो पत्रा तावदानें करणाऱ्याच्या कामास तयार होण्याकरितां मंद आंचेस चोवीस तास ठेवितात, ह्मणजे तो पत्रा तयार झाला.

आकृति पाचवी.

ही आकृति चुनखडीची एक कपारी दाखवितें. **अ अ** हे आलाबास्तरचे कपारीच्या वरच्या आंगून वाढत खालीं खालीं आलेले सोट आहेत. **ब ब** हे कपारीच्या तळावर वाढलेले आलाबास्तरचे ढीग आहेत. **क क** आलाबास्तरचे तयार झालेले खांब आहेत. **ड ड ए ए** हे खांब तयार होत आहेत.

आकृति साहावी.

ह्या आकृतीवरून असें स्पष्ट दिसतें, कीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर लंब पाडलेल्या रषा वास्तविकपणें परस्परांशीं समांतर असत नाहींत. **स स स** पृथ्वीचा पृष्ठभाग आहे, **क** पृथ्वीचा मध्य आहे. ह्या मध्यांत पृथ्वीच्या पृष्ठावर पाडलेले लंब **अ स** व **ब स** वाढविले असतां **क** बिंदूशीं अवश्य मिळाले पाहिजेत.

आकृति सातवी.

ह्या आकृतींत गुरुत्वमध्याचें विवरण केलें आहे. **ग घ ग** हे

पदार्थांचे गुरुत्व मध्य होत—**ग ह ग ड ग ड** ह्या पतन रेषा होत—**अ ब** आणि **ह** ह्या उतरणी होत. आतां चतुष्कोन घन पदार्थ उतरणीवरून लवंडणार नाहीं. कारण, त्याची पतन रेषा त्याच्या पायांत पडते; पण षट्कोन घन पदार्थ त्या उतरणीवरून लवंडेल. कारण, त्याची पतनरेषा पायाबाहेर पडते. तसाच गाडा जर वर जड असला ह्मणजे त्याचा गुरुत्वमध्य **घ** इतका वर असला तर तो उलथेल; पण त्याचा गुरुत्वमध्य **ग** स्थळा इतका खालीं येईल, असें ओझें रचलें तर गाडा न उलटतां उतरणीवर चालेल.

आकृति आठवी.

पृथ्वीवरील मुख्य मुख्य पर्वतांच्या उंच्या.

एशिया खंडांतील.

	फूट.
१ **हिमालयाचें** अत्यंत उंच शिखर (**थिबेटांत**)	२८०७४
२ **अरारात (अर्मीनिया** देशांत).	१७२६०
३ **लेबाननचें** शिखर (**पालेस्तैन** देशांत.	११०५०
४ **आल्पिस (एशिया मैनरांत**).	९१००
५ **सिनै (अर्बस्थानांत).**	७८८७
६ **कार्मेल (पालेस्तैनांत).**	२२५०

अमेरिका खंडांत.

१ **सोराता (आंदीस).**	२५४००
२ **चिंबरेजो (आंडीस).**	२१४३६
३ **ब्ल्यूमौंटन (नीलपर्वत)** याचें अत्यंत उंच शिखर **(जमेका बेटांत).**	७२७८
४ **मौंतवाशिंग्तन (आलेघानीस येथें).**	६६३४

आफ्रिका खंडांत.

१ **आत्लास** पर्वताचें अत्यंत उंच शिखर.	१५०००

२	तेनेरिफ पर्वताचें शिखर.	१२१७६
३	तेबल मौंटन (केपकालनींत).	३५८२

युरोप खंडांत.

१	मौंतब्लांक (आल्प्स).	१५६६८
२	सिंप्लान (आल्प्स).	११५४२
३	एत्ना (सिसलींत)....	१०८७०
४	सेंत गोथार्द (आल्प्स).	१०६०५
५	रुस्का (कार्पेथियन).	९९१२
६	आलिंपस (तुर्कस्थान).	६५०४
७	पार्नासस् (ग्रीस).	५७५०
८	हेक्ला (ऐसलाद).	५११०
९	बेन्नेविस (स्कातलाद).	४३७०
१०	वेसुवियस (इताली).	३९३२
११	स्नोदन (वेल्स्).	३५७१
१२	हेल्वेलिन (इंग्लाद).	३३१३
१३	वेन्लोमांद (स्कातलाद)....	३२६२
१४	स्किडो (इंग्लाद)....	३०२२

आकृति नववी.

तरफ—**फ** हा टेंकू होय, ह्यावर तरफ टेकते—**व** हें उचलावयाचें वजन होय—**प** ही तरफेस लाविलेली शक्ति होय.

आकृति दहावी.

अक्षचक्र—**व** उचलावयाचें वजन होय. हें आंसा भोंतालीं एक दोरी गुंडाळून तिच्या एका शेवटास लाविलें आहे. **प** ही शक्ति होय, ही चाकाच्या बाहेरच्या घेरास लाविली आहे.

आकृति अकरावी.

एकेरी कप्पी आहे.

आकृति बारावी

उतरण—अ क ही उतरण आहे. अ ब ही तिची उंची होय.

आकृति तेरावी.

पाचर—अ ओ ब पाचर होय—अ ब पाचरेची पाठ होय. अ ओ व ब ओ ह्या तिच्या बाजू होत.

आकृति चवदावी.

पाणी सर्वकाळ आपल्या सपाटी बरोबर चढतें, ही गोष्ट ह्या आकृतींत दाखविली आहे. अ क ड ब ही वांकविलेली एक नळी आहे, तिचीं दोन टोंकें कमी जास्त रुंदीचीं असतांही पाणी त्यांत आपली पातळी अ ब हिशीं बरोबर राहतें.

आकृति पंधरावी.

जमिनीच्या पोटांत पाण्याचा सांठा असून त्यापासून झऱ्यास पुरावा कसा कसा होतो, हें कधीं कधीं वाहणाऱ्या झऱ्याचें उदाहरण घेऊन, ह्या आकृतींत दाखविलें आहे

अ जमिनीच्या पोटांतली व जींत पाणी सांचलें आहे अशी एक कपारी आहे. पावसाचें पाणी जिरून जसें कमी जास्त येतें त्या मानानें ह्या कपारींत कमी जास्त पाणी असतें. ब हें कपारींतून पाणी बाहेरून जाण्याचें भोंक आहे. ब क ड हा वाकविलेल्या नळीसारखा आपोआप झालेला मार्ग आहे. ड हें त्या मार्गाचें बाहेरचें तोंड आहे; ह्यांतून पाणी बाहेर वाहतें. अ क सपाटी बरोबर जेव्हां पाणी चढतें, तेव्हां झरा वाहूं लागतो; व सर्व पाणी संपे तोंपर्यंत तो तसाच वाहत वहात राहतो. कारण झऱ्याचें बाहेरचें भोंक ड हें पाण्याच्या खजिन्याच्या तळापेक्षां सखल जागीं आहे.

आकृति सोळावी.

इंग्रजी ज्योतिषशास्त्रामध्यें अकरा मुख्य ग्रह दाखवण्याकरितां हीं अकरा चिन्हें कल्पिलीं आहेत, तीं आकृतींचे शेवटीं दिलीं आहेत.

मुख्य ग्रहां पैकीं किती एकांचें आकारमान परस्परांशीं ताडून पाहतां तें किती कमी जास्त आहे, व सूर्यापासून त्यांचीं मध्यम अंतरें कशीं आहेत, व त्यांच्या कक्षा किती किती कललेल्या आहेत, हें वाचणाऱ्यांस कांहींसें कळावें ह्मणून ही आकृति काढिली आहे.

ह्या आकृतींत उजव्या बाजूची कडेची रेघ सूर्याचा अर्ध व्यास दाखविते. शेजारचीं सात वर्तुळें सात मुख्य ग्रहांचीं परस्परांच्या संबंधानें लहान मोठीं आकारमानें दाखवितात. मधलीं दोन वर्तुळें पृथ्वी व चंद्र ह्यांचीं एकमेकांच्या मानानें आकारमानें दाखवितात. डाव्या बाजूच्या रेषा अकरा मुख्य ग्रहांचीं सूर्यापासून मध्यम अंतरें व त्यांच्या कक्षांचा निरनिराळा तिर्कसपणा दाखवितात. क्षितिजास समांतर जी रेषा आहे, ती पृथ्वीची कक्षा ह्मणजे क्रांतिवृत्त दाखविते.

आकृति सतरावी.

भारमापक यंत्राची रचना व उपपत्ति ह्या ह्या आकृतींत दाखविल्या आहेत.

अ ब ही एक कांचेची नळी आहे. हिची लांबी बत्तीस इंचापेक्षां कांहीं जास्त आहे. ही **अ** बाजूस मोकळी व **ब** बाजूस बंद आहे. **ग ह** ही तीच नळी पाऱ्यानें भरून, पाऱ्यानें भरलेल्या **क ड** प्याल्यांत उलटी करून ठेविली आहे. नळींतला पारा सगळा खालीं प्याल्यांत न उतरतां नळींत **क ड** च्या सपाटीपासून सुमारें एकुणतीस इंच उंचीवर राहतो, व **ए ह** ही जागा पोकळ ह्मणजे निर्वात राहते. ह्याचें कारण असें आहे, कीं प्याल्यांतल्या पाऱ्याची सपाटी **क ड** हीवर वातावरणाचा जो दाब आहे, त्यानें नळींतल्या पाऱ्याचा **ए फ** स्तंभ तोलला जातो.

आकृति अठरावी.

हृदय ह्मणजे प्राण्याच्या शरिरांतला रक्ताचा मुख्य खजिना—मनुष्य व दुसरे किती एक प्राणी ह्यांचें हृदय दुहेरी असतें, ह्मणजे त्याचे दोन भाग असतात. फुफुसांतून रक्ताभिसरण होण्याकरितां एक, व शरिरांतून रक्ताभिसरण होण्याकरितां दुसरा. ही गोष्ट स्पष्ट मनांत येण्याक-

रितां पहिल्या आकृतींत दोन भाग एकमेकापासून दूर दूर काढून दाखविले आहेत, व दुसऱ्या आकृतींत ते वास्तविक जसे आहेत, तसे जुळून दाखविले आहेत.—

अ, अ, दोन मोठाल्या शिरा होत. वरची शीर डोकें वगैरे उंच भागातलें अशुद्ध रक्त परत आणिते, व खालची शीर शरिराच्या खालच्या भागांतलें अशुद्ध रक्त परत आणिते. ह्या दोन थोरल्या शिरा ब स्थलीं एकत्र मिळून त्यांतील अशुद्ध रक्त, उजवें आरिकल ब हीं एक पिशवी आहे, तींत शिरतें. उजव्या आरिकलांतून उजवें वेंत्रिकल क ह्यांत तें जातें. ही दुसरी पिशवी पहिलीपेक्षां मोठी असून तीपेक्षां विशेष चिवट आहे. उजव्या वेंत्रिकलांतून रक्त एका धमनीवाटें फुफुसांत जातें. ह्या धमनीस पल्मोनरी धमनी असें ह्मणतात. ही ड अक्षरानें दाखविली आहे. फुफुसांत वायूच्या योगानें रक्त शुद्ध होतें.

फुफुसांतून रक्त पल्मोनरी शिरांवाटें हृदयाच्या डाव्या बाजूस येऊन प्रथम डाव्या आरिकलांत शिरतें, हें आरिकल फ अक्षरानें दाखविलें आहे. डाव्या आरिकलांतून तें डावें वेंत्रिकल ग ह्यांत जातें; व तेथून थोरली धमनी ह हींत शिरतें. नंतर तें ती धमनी व तिच्या शाखा ह्यांच्या योगानें सर्व शरीरभर पसरून पुनः शिरांवाटें हृदयांत येतें. असा अभिसरणाचा क्रम चालला आहे.

दुसऱ्या आकृतींत हृदयाचे भाग जुळलेले दाखविले आहेत. त्या आकृतींत अ, अ वरची व खालची अशा दोन थोरल्या शिरा दाखवितात. ब, ब उजवें व डावें अशीं दोन्हीं वेंत्रिकलें दाखवितात. क, क डावें व उजवें अशीं दोन्हीं वेंत्रिकलें दाखवितात. ड, ड धमन्या दाखवितात. ए, ए, पल्मोनरी धमनी व तिच्या शाखा डाव्या व उजव्या फुफुसांत गेलेल्या दाखवितात.

आकृति एकोणिसावी.

उष्णतामापकयंत्र ह्या आकृतींत दाखविलें आहे. येथें विशेष उपयोगाचे उष्णतेचे अंश आठवण धरण्याकरितां लिहिले आहेत. उजव्या

बाजूस **फारेन्हैतच्या** स्केलाप्रमाणें अंश मांडिले आहेत, व डाव्या बाजूस शतांशक स्केलाप्रमाणें अंश लिहिले आहेत.

आकृति विसावी.

ह्या आकृतींतलें पहिलें चित्र छातीची पोकळी दाखवितें. **अ** हें उराचें पुढलें हाड होय– **ब ब** हें पृष्ठास्थि म्हणजे पाठीचा कणा होय.– **क, क,** ह्या फासळ्या होत. एकेका बाजूस बाराबारा फासळ्या आहेत. ह्या पोकळींत एका पडद्याच्या योगानें तीन खण केले आहेत. त्या पडद्यास इंग्रजींत प्लुरा म्हणतात. सर्वांत मोठा जो खण आहे, त्यांत उजवें फुफुस आहे; सर्वांत लहान जो खण आहे, त्यांत हृदय आहे, व तिसऱ्या खणांत डावें फुफुस आहे.

छाती व पोट ह्यांच्यामध्यें जो पडदा आहे, त्यास डायाफ्राम ह्मणतात; त्याचा श्वास बाहेर टाकितांना जो आकार होतो, तो दुसऱ्या चित्रांत दाखविला आहे. तसेंच ह्या पडद्याचा उराच्या पुढल्या हाडापासून कंबरेपर्यंत विस्तार दाखविला आहे. तसेंच हा पडदा फुगला ह्मणजे छातीकडली ह्याची बाजू फुगीर होते, व पोटाकडची बाजू खोलगट होते; हेंही येथें दाखविलें आहे. **अ** हा ह्या पडद्याचा मध्य होय, हा स्नायुमय आहे. **ब ब ब** ह्याचा परीघ होय, हा मांसमय आहे; **क, क,** दोन्ही बाजूंचे छातीच्या पोकळींतले खण होत; त्यांत फुफुसें आहेत. **ड** हें उराच्या पुढल्या हाडाचें खालचें टोंक होय. **ए, ए,** ह्या फासळ्या होत.

आकृति एकविसावी.

पहिल्या चित्रांत भक्ष्याचा आम–रस जेथें तयार होतो, असा जो पक्वाशय तो दाखविला आहे. येथें भक्ष्य ज्या द्वारानें पक्वाशयांत येतें, तें द्वार **अ** दाखवितो. पक्वाशयाचा जो भाग हृदयाजवळ आहे, तो भाग **ब** दाखवितो. **क** त्याची डावी किंवा मोठी बाजू दाखवितो. **ड** उजवी किंवा धाकटी बाजू दाखवितो. **ए** भक्ष्य पक्वाशयांतून आंतड्यांत ज्या द्वारानें जातें तें द्वार दाखवितो.

दुसऱ्या चित्रांत भक्ष्याचा पक्करस जेथें होतो, असें जें आंतडें तें दाखविलें आहे. अ, अ, उचललेलें काळीज होय ब पित्ताशय होय, क पक्काशय होय. पक्काशयांतून आंतड्यांत भक्ष्य जाण्याच्या द्वाराचें स्थान ड होय. धाकट्या आंतड्यांपैकीं पहिलें आंतडें ड ए हीं अक्षरें दाखवितात. ह्या पहिल्या आंतड्यांत काळजांतून पित्त ज्या मार्गानें येतें, त्या मार्गाचा शेवट फ दाखवितो. तसें पांक्रियास् ह्यांतून एक प्रकारचा रस ज्या मार्गानें ह्या आंतड्यांत येतो, तो मार्ग ग फ हीं अक्षरें दाखवितात. ह्या चित्रांत पांक्रियास् हा अवयव दिसत नाहीं कारण तो उदराचे मागल्या बाजूस पक्काशय व कणा ह्यांच्यामध्यें आहे. बाकीच्या आंतड्यांचीं वेटोळीं ह के ह्या अक्षरांनीं दाखविलीं आहेत.

आकृति बाविसावी.

येथें पहिल्या नक्ष्यांत एक स्नायु दाखविली आहे. अ आणि ब हीं स्नायूचीं शेवटें आहेत. अ हें शेवट हाडाच्या एका अचळ बिंदुशीं सांधलें आहे. ह्या अ शेवटास स्नाय्वारंभ ह्मणतात. ब हें शेवट स्नायूंच्या आकुंचनानें हलणाऱ्या एका भागास बसविलें आहे. ह्या ब शेवटास स्नायुसंधि ह्मणतात. क हें स्नायूचें उदर होय. हा भाग तंतुमय आहे. ह्या तंतूस आकुंचनशक्ति आहे; तेणेंकरून शरिराचें अनेक प्रकारचें चलनवलन सिद्ध होतें.

ह्या दुसऱ्या नक्ष्यांत त्याच स्नायूचा एक तुकडा दाखविला आहे; व ह्या नक्ष्यावरून स्नायूघटक तंतू कोणीकडून कोणीकडे गेले आहेत, हेंही समजतें. अ आणि ब हीं शेवटें स्नायूच्या निरनिराळ्या बाजूस चिकटविलेलीं आहेत; आणि तंतू त्यांच्या मधून आडवे गेले आहेत. असें असल्यानें प्राण्यांस आपले अवयव अनेक प्रकारें व जलद हलवितां येतात.

आकृति तेविसावी.

प्रकाशाचें वक्रीभवन—ए पाहणाऱ्याचा डोळा होय. फ पाण्यांतील माशाचें स्थान होय. फ ब ए हे प्रकाश किरण होत. हे माशापा-

सून पाहणाऱ्याच्या डोळ्यांत आले आहेत. हे पाण्याचा पृष्ठभाग **ब** येथें वांकडे झाले आहेत. **फ** हें माशाचें दृश्यमान स्थान होय, **अ फ** पाण्याची वास्तविक खोली होय व **अ फ** पाण्याची दृश्यमान खोली होय.

आकृति चोविसावी.

सूर्यकिरणाचें पृथक्करण. **प** हें एक तिकोनी भरीव बिल्लोर आहे. **अ ब** एक खिडकी आहे, तिला एक भोंक आहे; त्यांतून **स** सूर्य किरण आंत येत आहे. हा सूर्य किरण बिल्लोरांतून बाहेर पडला ह्मणजे त्याचें पृथक्करण होऊन निरानिराळ्या रंगांचे सात किरण होतात. तो फुटलेला किरण **क ए फ** ह्या अक्षरांनीं दाखविला आहे, **ब** निळा किरण दाखवितो. ह्या किरणाचें वक्रीभवन सर्वांत फार होतें, **र** तांबडा किरण दाखवितो. हा सर्वांत कमी वांकडा होतो.

आकृति पंचविसावी.

ऋतुचक्र. **स** दक्षिण ध्रुव होय; **न** उत्तर ध्रुव होय. **ए क**, भूमध्य रेषा होय. वसंतऋतूंत दिवसरात्र सारखीं होतात त्या वेळीं पृथ्वी क्रांति वृत्तांत ज्या ठिकाणीं असते, तें ठिकाण **अ** दाखवितो. उन्हाळ्याचा मध्य होण्याच्या सुमारास पृथ्वी ज्या ठिकाणीं असते, तें ठिकाण **ब** दाखवितो. शरदृतूच्या सुमारास रात्र आणि दिवस पुनः सारखीं होतात, त्या वेळीं पृथ्वी ज्या ठिकाणीं असते तें ठिकाण **क** दाखवितो; व हिवाळ्याचा मध्य होतो, त्या सुमारास पृथ्वी ज्या ठिकाणीं असते, तें ठिकाण **ड** दाखवितो.

आकृति सव्विसावी.

चांद्रमासांत चंद्र पृथ्वी भोंवती प्रदक्षिणा करीत असतां, त्याच्या कळा वाढत व कमी होत जातात, त्याची उपपत्ति—**स** सूर्य होय. **ए** पृथ्वी होय. चंद्राच्या कक्षेंत ह्मणजे गमनमार्गांत समांतर आठ बिंदु कल्पून अमावास्येपासून वद्य द्वादशीपर्यंत क्रमानें ह्या बिंदूंत आलेला चंद्र **अ ब क ड फ ग ह के** ह्या अक्षरांनीं दाखविला आहे. तसेंच त्या

त्या बिंदूंत असतांना तो पृथ्वीवरून वृद्ध किंवा क्षीण दिसतो, हें **अ ब क ड फ ग ह के** ह्या अक्षरांनीं दाखविलें आहे.

आकृति सत्ताविसावी.

ह्या स्थलीं जहाजावरील होक्याच्या दोन आकृति दाखविल्या आहेत. पहिली आकृति केवळ गंजिफेची आहे, मध्य बिंदूंतून जाऊन परिघास दोन्हीकडे लागणाऱ्या रेषांनीं त्या गंजिफेचे आठ समभाग केले आहेत; व ह्या खेरीज सर्व परिघाचे ३६० समभाग करितात; व ह्या प्रत्येक भागास अंश म्हणतात. गंजिफेवर मुख्य जे चार बिंदू आहेत ते वरपासून क्रमानें उत्तर, पूर्व, दक्षिण आणि पश्चिम अशा चार मुख्य दिशा दाखवितात. तसेंच त्यांच्या मध्यें मध्यें दुसरे जे चार बिंदू आहेत, ते यथाक्रम आग्नेय, नैर्ऋत्य वायव्य व ईशान्य अशा चार उपदिशा दाखवितात. गंजिफेच्या खालच्या बाजूस दक्षिणोत्तर रेषेखालीं लोखंडाची एक सळई बसविलेली असते; व त्या सळईस लोहचुंबकाची भावना दिली असते; त्यामुळें दक्षिणोत्तर राहण्याचा गुण तिच्या आंगीं आला असतो; तेणेंकरून होक्यानें एक दिशा समजली म्हणजे, बाकीच्या सर्व दिशा समजतात. ह्या सळईच्या मध्यभागीं लहान खळी असते. व गंजिफेच्या मध्यभागीं एक बारीक पोलादी टोंक असतें; त्या टोंकावर ती सळई बसवितात; तेणेंकरून ती सळई व तिला चिकटलेली गंजीफ ह्या त्या टोंकावर अलगत फिरतात. ही गंजीफ एका पितळेच्या वाटोळ्या डब्यांत घालून कडींला टांगली असते. टांगलेली असल्यामुळें गलबत वर खाल डोलले तरी होका क्षितिजाशीं समांतर राहतो.

दुसऱ्या आकृतींत होका पेटींत घालून दाखविला आहे; व आंतील रचना दृष्टीस पडावयासाठीं पेटीची एक बाजू दाखविली नाहीं. होका ज्या पात्रांत ठेविला असतो, त्याची कड **ग ह** हीं अक्षरें दाखवितात. त्या कडेवर दोन खांब **अ** आणि **ब** हे दाखविले आहेत. हे खांब **ग ह** कडेवर लंबरूप आहेत. **अ** हा खांब पितळेची रुंद पट्टी असते, व तिच्यामध्यें उभी चीर असते; तींतून पाहणारा पार पाहतो. **ब** खांबही

असाच असतो; व त्याच्या मधल्या चिरेंतून पलीकडला विवक्षित पदार्थ पाहतात. व खांबास जी उभी चीर असते, तिच्या मधोमध अत्यंत बारीक तार किंवा घोड्याचा केस बांधिला असतो. तसेंच त्या चिरेच्या मध्यबिंदूपासून एक रेषा खालीं जाऊन गंजिफेच्या कडेला लागली असते, तिच्या योगानें त्या कडेवरील अंश समजतात. विवक्षित पदार्थाकडे पाहतांना गंजीफ डळमळूं नये म्हणून ती स्थिर करण्याकरितां एक लहान तरफ केली असते. होका ज्या पात्रांत असतो, त्या पात्राला एका अर्ध वर्तुळाकृति पितळेच्या पट्टीचा आधार असतो. ती पट्टी येथें क ड ह्या अक्षरांनीं दाखविली आहे. ही पट्टी मळसूत्रानें पेटीच्या बुडाशीं घट्ट बसविली असते. तसेंच त्या पात्राच्या दोन्ही बाजूस बारीक कुसें असून तीं कुसें एका वाटोळ्या पितळी कडींत बसवितात. ती वाटोळी कडी येथें ए फ ह्या अक्षरांनीं दाखविली आहे; व त्या कुसांपैकीं एक कुसूं अ ह्या अक्षरानें दाखविलें आहे व दुसरें कुसूं दृष्टीआड गेलें आहे. ह्या दोन कुसांच्या योगानें होका क्षितिजाशीं समांतर राहतो. आतां वाटोळी कडी वर सांगितलेल्या अर्ध वर्तुळाकृति पट्टीचीं दोन शेवटें जीं ब व क ह्या अक्षरांनीं दाखविलीं आहेत, त्यांस कुसें करून त्यांवर अडकाविली आहे. ह्याप्रमाणें कुसांचे दोन जोड असल्यानें गलबत उभें किंवा आडवें कसें डोललें तरी, होका क्षितिजाशीं सर्वदा समांतर राहतो.

आकृति अठ्ठाविसावी.

अळी, कोश व पतंग अशीं तीन रूपें कीटांस क्रमानें प्राप्त होतात, तीं येथें दाखविलीं आहेत.

ताजमहाल.

चित्रशाळेंत रंगांत छापलेल्या विक्रीस असलेल्या तसबिरा.

नवीन निघालेल्या तसबिरा प्रत्येकानें संग्रहास ठेवण्यासारख्या.

१०२ (फुगडी) राधाकृष्ण फुगडी खेळत आहेत व दुसऱ्या दोन गोपी नाचत आहेत.

१०३ गोपीचंद (गोपीचंदराजास त्याच्या स्त्रिया स्नान घालीत असतां मैनावतीची दृष्टी त्याजकडे जाऊन तिजला त्याची अशी सुंदर काया नष्ट होणार म्हणून वाईट वाटत आहे).

१०४ मार्कण्डेय शिवलिंगाची पूजा करीत असतां यमानें येऊन त्याजला फांस घातला आहे शिव पिंडींतून बाहेर येऊन यमावर रागावलेले आहेत.

१०५ हरिहरभेट (विष्णु लक्ष्मीसह हत्तीवर बसून व शिव पार्वतीसह बैलावर बसून चालले असतां दोघांची वाटेंत गांठ पडली आहे).

१०६ गजेंद्रमोक्ष (गजेंद्रास नक्रानें धरलें आहे व त्याच्या मुक्तीकरितां विष्णु प्रगट झाले आहेत).

१०७ सरस्वती.

१०८ शकुंतला (पायांत दर्भ रुतला आहे असें मीष करून दुष्यंतराजाकडे चोरून पहात आहे, बरोबर अनसुया व प्रियंवदा आहेत.)

१०९ सुभद्रा मंचकावर निजली आहे, कृष्ण व बलिराम तिच्या समाचारास आले आहेत.

११० भस्मासुर व मोहिनी (विष्णु मोहिनीस्वरूप घेऊन नृत्य करतो व भस्मासूर मोहिनीसारखें नृत्य करीत आहे).

१११ सुस्वरूप मल्याळी स्त्री.

११२ राधादामोदर.

११३ श्री महालक्ष्मी.

११४ शकुंतलेस दुष्यंतराजानें न ओळखतां तिचा धिःकार केला.

११९ उखळीबंधन.

१२१ दुग्धघटाकर्षण, (गोपी मथुरेस दुधाचे घट भरलेले घेऊन जात असतां वाटेंत कृष्ण त्यांस आडवून ते कलश ओढीत आहे).

१२२ रामलालन.

१२६ दुष्यंत, शकुंतलेस व मुलास ओळखीत आहे (अंक ७).

१२७ रामवनवास.

१२९ काली (कलकत्याची).

१३० भीम दुःशासनास मारून आल्यावर द्रौपदीची वेणी घालीत आहे. (वेणीसंहार अंक ६).

१३३ वेणुधर.

१४८ हरिश्चंद्र तारामती (रोहिदासास स्मशानांत जाळण्यास नेतास.

१४९ नलदमयंती.
१५४ सुभद्रा अंक ५ प्रवेश २.|
१५५ अर्जुनसुभद्रा (अंक २ प्रवेश २).
१५६ हरिश्चंद्रतारामति.
१६५ रास.
१७० भरतभेट.
१७१ गणपतिपंचायतन.
१७२ राधा.
१८३ शकुंतलेस दुर्वास शाप देत आहे.
* घटोत्कच व सुभद्रा (जंगलाच्या देखाव्यासह).
१८८ ऋद्धिसिद्धि गणपति.
१८९ वेणी.
१९० यशोदा कृष्णास रागे भरत आहे.
१९१ शंतनुमत्स्यगंधा.

सांचा इंच १६ × २० किंमत ८४.

कांग्रेसच्या तसविरा.

अ१०५ आनरे० सर| वुईलियम वेडरबर्न मि० दादाभाई नवरोजी, मि० बानर्जी, मि० बद्रुद्दिन तय्यबजी, मि०यूल,व मि०ह्यूम यांच्या तस.
११६ चेअरसन आफ धि रिसेप्शन कमिटीज (राजा सर टी. माधवराव; डॉ० राजेंद्रलाल मित्र; आनरे० पंडित अयोध्यानाथ; आनरे० फेरोजशहा मेथा, आनरे० जस्टिस का० त्रिं० तेलंग)
११७ १८८९ च्या कांगेसमधील स्त्री डेलिगेट.
११८ इंग्लंडांत गेलेले इंडियन डेलिगेट्स व मि० ब्राडला.
१४३ कांग्रेसचे काम करणारे—मनमोहन घोस, नारायण स्वामी नायडू, मदनमोहन मालविया, दिनशा एदलजी वाचा, जे., घोसाध व भगीरथ प्रसाद.
२३४ सुरतसुधन्वा.
२३९ यशोदा कृष्णास खेळवीत आहे.
२४० विश्वामित्र मेनका.
२४५ (कायग आहे तें).
२५७ छत्रपति शिवाजी महाराज.
१७ गुरु नानकशा १०×१५ किं०८३

साचा इंच १०×१५ किंमत ८२ आणे.

७० दत्तात्रय (सुंदर देखाव्यासह).
७१ वनशंकरी देवी.
७३ रामपंचायतन.
७४ शिवपंचायतन.
७५ शेषशाई.
६७ गोदोहन (यशोदा गाईची धार काढीत आहे व कृष्ण तिजला दूध मागत आहे.)
८३ कालिकादेवी (कलकत्याची.)
८४ मारुती (लक्ष्मणास स्कंधावर घेऊन नेत आहे).
८६ गणपति.
८७ नरहरी.
२७७ गोदवलेकर बोवा.
२७८ नृसिंहसरस्वती.
२७९ वासवदत्ता.
२८० रत्नावली.
२८१ सुरतसुधन्वा.

सूचना.

'अनेकविद्या मूलतत्व संग्रह' हा ग्रंथ लिहून आतां तीस वर्षें होऊन गेलीं. शिवाय, हा ग्रंथ ज्या इंग्रजी ग्रंथांच्या आधारें त्यावेळीं लिहिला ते ग्रंथ तेव्हां देखील जुन्यासारखे झालेले होते. यामुळें या ग्रंथांत जी माहिती मिळते ती आतां सरासरीनें अर्ध्या शतकानें जुनी झालेली आहे, व युरोपीयन शास्त्रांची त्यावेळीं जी स्थिति होती ती या ग्रंथावरून कळून येते. गेल्या अर्ध्या शतकांत युरोप व अमेरिका या सुधारलेल्या खंडांत शास्त्रप्रसार फारच वेगानें झालेला आहे. त्यामुळें कित्येक शास्त्रांचें अगदीं रूपांतर झालें आहे, व पूर्वीचे कित्येक सिद्धांत व उपपत्ति असमाधानकारक किंवा अनुभवविरुद्ध ठरून नवे सिद्धांत व नव्या उपपत्ति त्यांच्या जागीं आल्या आहेत. रसायन, पदार्थविज्ञान व जीवनशास्त्र यांमध्यें हा प्रकार विशेषें करून घडलेला आहे. पुढें ज्या टिपा दिल्या आहेत, त्या देण्याचा उद्देश मुख्यत्वें करून असा आहे कीं प्राचीन व अर्वाचीन सिद्धांतांची वाचकांस तुलना करितां यावी, व शास्त्रप्रगतीचा ओघ कोणीकडे वळला आहे व अलीकडील पन्नास वर्षांतील नव्या नव्या प्रयोगांनीं व अनुभवांनीं कोणत्या गोष्टी सिद्ध झाल्या आहेत याचें त्यांस दिग्दर्शन व्हावें. याखेरीज मूळ ग्रंथांत नजर चुकीनें किंवा लिहिण्याच्या गर्दींत ज्या थोड्या चुका झालेल्या आढळल्या त्याही दुरुस्त करण्याकरितां थोड्या टिपा दिल्या आहेत.

पृष्ठ ३, ओळ २६.

"ज्या वायूनें दिवा जळतो त्याच वायूनें (हैद्रोजनानें) कृत्रिम विमान अंतरिक्षांत चढतें." कृत्रिम विमान हैद्रोजनानें भरल्यास चांगलेंच, कारण हैद्रोजन हा सर्व वायूंत हलका आहे, व विमानांत जितका हलका वायु भरावा तितकें तें उंच जातें. परंतु हैद्रोजनानें विमान भरणें हें खर्चाचें व त्रासाचें काम आहे, या करितां जेथें, मुंबईसारख्या ठिकाणीं,

दगडी कोळशापासून ग्यास तयार करून त्याचे दिवे पेटवितात, तेथें त्या ग्यासानें विमान भरतात. तो ग्यास अथवा वायु हवेच्या अर्ध्यानें हलका असतो. वरील वाक्यांत 'ज्या वायूनें दिवा जळतो' तो वायु कोल-ग्यास म्ह० दगडी कोळशापासून तयार झालेला वायु होय, हैद्रोजन नव्हे. हैद्रोजनचे दिवे व्यवहारांत कोणी जाळीत नाहीं.

पृ. ७, ओळ, ६.

" ही माती झाडें व प्राण्यांचीं शरीरें हीं कुजून त्यांपासूनच प्रायः झालेली असते. " झाडांचीं पानें, फुलें, साली वगैरे जे भाग जमीनीवर पडून तेथेंच कुजतात, तसेंच कृमिकीटकादींचीं जीं शरीरें मरून जमीनींतच कुजतात व जिवंत प्राण्यांच्या शरीरांतून निघणारीं जीं मलद्रव्यें जमीनींत सर्वकाळ मिसळत असतात, त्या योगें जमीनीस पिकाऊपणा येतो. परंतु या उद्भिज व प्राणिज पदार्थांपासूनच ती जमीन प्रायः झालेली असते असें नाहीं. पिकाऊ जमीनींत नापीक जमीनीचीं सर्व द्रव्यें असून शिवाय हे पदार्थ कांहीं थोडया अंशानें असतात. जमीनींत पुष्कळच द्रव्यें आहेत, त्यांत विरलेल्या गारेचें व वाळूचें मिळून प्रमाण फार मोठें, म्हणजे तीन चतुर्थांश किंवा अधिक असतें. चुनखडी व इतर क्षार सुमारें दशांश भाग असतात, व कुजलेल्या व मलरूप द्रव्यांचें प्रमाण शेंकडा ३ पासून १० पर्यंत असतें.

पृ० ७, ओळ, २३.

खनिज पदार्थांचें वर्गीकरण करण्याची जुनी तऱ्हा फारच आबडधोबड होती; त्यामुळें त्यांचे धोंडे, क्षार, दाह्य पदार्थ व धातु असे वर्ग करण्यांत आले आहेत. रसायनशास्त्राचें ज्ञान अलीकडील पन्नास वर्षांत फारच वाढल्यामुळें खनिज पदार्थांचें हल्लीं जें वर्गीकरण करितात, तें त्यांच्या रसायन स्वरूपावरून करितात. शुद्ध मूलतत्वरूपानें सांपडणारे कांहीं थोडे पदार्थ आहेत, उदाहरणार्थ, हिरा, सोनें, गंधक वगैरे; यांचा एक वर्ग होतो, परंतु जुन्या तऱ्हेनें पाहिलें असतां, हिऱ्याची धोंड्यांम-

ध्यें गणना होईल, सोन्याची धातूंमध्यें, व गंधकाची दाह्य पदार्थांमध्यें. संयुक्तपदार्थांचें वर्गीकरण करितांना, त्यांचीं घटकद्रव्यें कोणतीं व तीं कितीं, यावरून प्रथम वर्ग होतात; व नंतर त्यांच्या स्फटिकाकृति, कठिणपणा, रंग, वगैरे गुणांवरून पुढें विशिष्ट वर्ग ठरविले जातात. असो. खनिज-वर्णनाचें शास्त्र फार मोठें आहे, व त्याची येथें अधिक माहिती देण्याचें प्रयोजन नाहीं.

पृ० ९, ओळ २३. चंदनांतील सुवास साळींत नसतो; आंतील निबर लांकडांत व विशेषतः गाभ्यांत असतो.

पृ. १०, ओळ १८. प्राण्यांच्या वर्गांपैकीं येथें एक मोठा वर्ग मुळींच सांगायाचा राहिलेला दिसतो, तो सरपटणाऱ्या प्राण्यांचा होय. या वर्गांत साप, सरडा, पाल, वगैरे येतात. कांसवें हीं जलस्थलचर प्राण्यांच्या वर्गांतील नाहींत, तीं सरपटणाऱ्या प्राण्यांच्या वर्गांत घातलेलीं आहेत.

पृ. ११, ओळ १६, मध्यें गांढुळें व आळया कृमिवर्गांत घातल्या आहेत, त्या कीट वर्गांत पाहिजेत. कृमिवर्गांतील उदाहरणें माकुल, कालव, पिकळी, वगैरे होत.

पृ. १७, ओळ १०.

‘गार’ हा पदार्थ शुद्ध असतां त्यास रंग नसतो, म्हणजे तो शुभ्र पांढरा व पारदर्शक असतो, व त्यास षट्कोनी विशेष आकृति असते. स्फटिकाच्या माळेचे गोल मणी शुद्ध गारेचे असतात. व अनेक खनिज पदार्थांस गारेप्रमाणेंच विशेष आकृति आलेल्या असतात, म्हणून या आकृतींस स्फटिकाकृति असें नांव हल्लीं रूढ झालें आहे. सृष्टींत सांपडणाऱ्या व कृत्रिमरीत्या तयार केलेल्या पदार्थांस जेव्हां नियमित आकृति प्राप्त होतात, तेव्हां त्यांचें स्फटिकीभवन झालें असें ह्मणावें; याप्रमाणें मीठ, खडीसाखर, मोरचूद, तुरटी, शिरगोळा वगैरे पदार्थांचें स्फटिकीभवन झालेलें असतें. पूर्वी या क्रियेस निराळें नांव नव्हतें म्हणून

या ग्रंथांत जागोजाग स्फटिकरूप पदार्थांस, ‘ त्यांच्या कांड्या बनलेल्या असतात ’ असें म्हटलें आहे. उदा. पृ. २ ओळ २२. असो. गारेस जे निराळे रंग येतात ते धातुजन्य इतर पदार्थ अल्पांशानें तींत मिसळले गेल्यानें येतात. वास्तविक पहातां नीलमणि, निरनिराळ्या रंगाचे आंगठींचे खडे (अगेट) इ० हे गारेचेच प्रकार आहेत. स्फटिकीभवन न झालेल्या गारा अपारदर्शक असतात, व त्यांसच आपण सामान्यतः गार ही संज्ञा देतों. या गारांचेही अनेक रंग असतात. काच करण्याच्या कामीं त्यांचा उपयोग होतो. काचेंत गार, पापडखार व चुना हे तीन पदार्थ असतात. यांशिवाय, किंवा यांचे जागीं, निरनिराळ्या पदार्थांची योजना केल्यानें काचेचे गुण व रंग बदलतात.

पृ. १८ ओळ १६.

अस्बेस्टास या पदार्थाचा ग्रंथांत सांगितलेल्या कामीं हल्लीं कोणी फारसा उपयोग करीत नाहीं. हा पदार्थ अदाह्य असून त्याच्या अंगीं दुसरा एक महत्वाचा गुण आहे तो हा कीं त्याचे अंगीं उष्णवहनाची शक्ति फारच थोडी आहे. यामुळें थंड देशांत वाफेचे बंब व वाफ नेणाऱ्या नळ्या हवेच्या स्पर्शानें थंड होऊं नयेत म्हणून त्यांभोंवतीं अस्बेस्टासचें वेष्टन देतात. तसेंच तिजोरीच्या लोखंडी पेट्या दुहेरी करून, त्यांमध्यें अस्बेस्टास भरतात, त्यामुळें आंतील मौल्यवान कागदपत्र वगैरे जळण्याची शक्यता कमी असते.

पृ. २० ओळ ५.

या कलमांत चुना व चुनखडी या दोन शब्दांचा थोडा घोंटाळा झाला आहे. चुनखडी हा खनिज पदार्थ आहे; तो चुना व कार्बानिक आसीड वायु, या दोहोंच्या संयोगानें तयार झालेला असतो. चुनखडी भट्टींत घालून, तिच्या अंगचा कार्बानिकआसीड वायु घालवितात, तेव्हां तिजपासून चुना तयार होतो. चुन्यावर पाणी ओतलें असतां, पाण्याशीं त्याचा संयोग होतो, व त्या संयोगाचे कारणानें उष्णता उत्पन्न होते; ती चुन्यांत लुप्त असून पाण्यांत चुना टाकल्यानें ती बाहेर पडते, अशी पूर्वीची समजूत होती ती खरी नाहीं.

जमीनींत स्वभावतःच बरीचशी चुनखडी असते; व ती फार असल्यास जमीन नापीक होत जाते. परंतु कित्येक जमीनींत चुनखडी फारच थोडी सांपडते; अशा जमीनींस चुनखडीचें किंवा चुन्याचें खत दिल्यानें फायदा होतो. उसाचे रसांत साखरेशिवाय जे दुसरे कित्येक वनस्पतिजन्य पदार्थ असतात ते दूर करण्यास चुन्याचा उपयोग करितात. साबणामध्यें चुन्याचा मुळींच उपयोग करीत नाहींत, सोडा (पापडखार) व पोट्याश यांचा उपयोग करितात. लोखंडाची खनिज अशुद्ध धातु वितळवून जेव्हां लोखंडाचा रस करितात तेव्हां चुनखडीचा उपयोग करितात. चॉक (खडू) व संगमरवरी दगड हीं चुनखडीचीं रूपांतरें आहेत. व यां शिवाय दुसरींही कित्येक आहेत. त्यांविषयीं माहिती "चुनखडीचीं रूपांतरें" या विषयावर मराठी ६ वे पुस्तकांत जे धडे आहेत त्यांत पहावी.

पृ० २१ ओळ ३.

ज्याप्रमाणें चुनखडी, चॅाक, संगमरवरी दगड वगैरे पदार्थ चुना व कार्बानिक आसीड यांच्या रसायन संयोगानें होतात, त्याप्रमाणेंच अलाबास्तर हा पदार्थ चुना व सल्फ्यूरिक आसीड (गंधकाचा तेजाब) यांच्या संयोगानें बनलेला असतो. यावरून तो संगमरवरी दगडाच्या जातीचा नाहीं हें उघड आहे. 'प्लास्तर आफ् पारीस' म्हणून जी एक पांढरी पूड असते तिचेंच सृष्टींत स्वभावतः दृष्टीस पडणारें स्फटिक रूप म्हटलें म्हणजे अलाबास्तर होय.

अलाबास्तरच्या उत्पत्तीची म्हणून जी ग्रंथांत रीत वर्णन केली आहे, ती त्याची नव्हे, तर चुनखडीपासून स्टालक्टाइट व स्टालग्माइट म्हणून जे पदार्थ होतात त्यांच्या उत्पत्तीचें तें वर्णन आहे. (सहाव्या पुस्तकांतील 'चुनखडीचीं रूपांतरें' हे धडे पहा.) चुनखडी शुद्ध पाण्यांत विरत नाहीं, परंतु पाण्यांत कार्बानिक आसीड वायु जिरलेला असल्यास त्यांत चुनखडी अल्पांशानें विरघळते. असें पाणी पृथ्वीच्या पोटातून निघून जेव्हां उघड्या हवेंत येतें तेव्हां, त्याची वाफ होऊन जाते, म्हणजे

तें सुकतें, व त्यांतील चुनखडी जागच्या जागीं राहते. ती अशीं सूक्ष्म कणरूपानें सावकाश सांचत गेल्यानें, तीस झुंबरें, खांब, वगैरे प्रकारच्या चित्रविचित्र आकृति येतात; त्यांस स्टालक्टाइट व स्टालग्माइट असें ह्मणतात.

पृ० २१ ओळ २६.

हिंदुस्थानांत किंवा कोठेंही 'सोन्याच्या मातीच्या खाणी' सांपडत नाहींत. उष्ण मुलखांत (बंगाल, सोलापूर वगैरे) उन्हाळ्यांत जमिनीवर पातळ सोऱ्याचे पापुद्रे जुळतात. ही वरवरची माती गोळा करून घेऊन तीपासून ग्रंथांत सांगितल्याप्रमाणें सोरा तयार करितात. डायनामाइट, वगैरे पुष्कळ दुसरे एकदम उडणारे पदार्थ हल्लीं रसायनरीत्या तयार करितां येऊं लागल्यामुळें उडणाऱ्या दारूचें, व ह्मणून सोऱ्याचें, महत्व कमी होत चाललें आहे.

पृ० २९ ओळ ३

मरणानंतर जिवास **अक्षय्य** सुख किंवा **अक्षय्य** यातना, ह्यां पैकीं एक मात्र प्राप्त होतें, ही ख्रिस्ती धर्माची कल्पना आहे; इतर धर्मांची नाहीं.

पृ. २२.

आदिकालीन महारण्यें ज्या ठिकाणीं हजारोंवर्षें सारखीं वाढत राहून अखेरीस जागच्या जागीं पुरलीं गेलीं व जेथें त्यांचीं पानें, फुलें, फळें, साली व सर्व काष्ठभार वर्षानुवर्ष सांचत गेला, त्या ठिकाणीं त्या उद्भिज द्रव्यांपासून दगडी कोळसा उत्पन्न झालेला आहे. अर्धवट जळलेल्या लांकडांत जीं द्रव्यें सांपडतात तींच विशेषेंकरून दगडी कोळशांत सांपडतात,—म्हणजे सुमारें ८० भाग कार्बन, ५ भाग हैड्रोजन, १३ भाग आक्सिजन आणि नायट्रोजन, व बाकी जी राख उरते तींत पोट्याश, चुना व थोडी माती सांपडते. यावरून चिकणमाती हा कोळशाचा एक घटकावयव नाहीं असें लक्षांत येईल. शिलाजित हा दगडी कोळशाचाच एक

प्रकार आहे; लांकडांस उष्णतेनें व दाबानें दगडी कोळशाचें रूप येतें. तें पूर्णपणें येण्या पूर्वीं त्यापासून शिलाजितासारखा पदार्थ तयार होतो. जमीनींतील उद्भिज द्रव्यांस ज्याप्रमाणानें दगडी कोळशाचें स्वरूप आलें असेल, त्याप्रमाणें त्यांच्या भिन्न भिन्न जाती होतात. जो पूर्ण कोळसा झाला त्यांत कार्बनचें प्रमाण ९९ भाग, हैड्रोजन ३ भाग व आक्सिजन वगैरे २ भाग, असतें. यास अंथ्रेसाइट म्हणतात. क्यानल ('चानल' नव्हे) कोळशांत हैड्रोजनचें प्रमाण अधिक म्हणून तो मेणबत्ती (क्यांडल) सारखा पेट घेतो, व त्यायोगें 'कानल' हें नांव त्यास प्राप्त झालें आहे.

पृष्ठ ३०

प्रसरणशील धातु—सर्वच धातु कमी अधिक प्रमाणानें प्रसरणशील आहेत. हातोड्यानें ठोकून पत्रे वाढविले असतां पत्र्यास चीर न जाऊन तो शाबूत राहणें, या धातूंच्या गुणास घनवर्धनीयता असें पूर्वींचे नांव आहे. हा गुण सोन्यांत फार दिसतो, त्या खालोखाल तांबें, रुपें, प्लातिनम्, या धातूंत आहे. शिसें व कथील यांत फारसा नाहीं. प्रसरणशीलतेचा दुसरा प्रकार ह्मटला ह्मणजे धातूचा चिवटपणा हा होय. भोंकाच्या पट्टींतून ओढून धातूंच्या तारा काढितां येतात, व ज्या धातूंत चिवटपणा अधिक तिची तार क्रमानें अधिक बारीक व अधिक लांब होत जाते, परंतु तुटत नाहीं. हा गुण ही प्लाटिनम्, रुपें, सोनें, तांबे, व लोखंड यांमध्यें फार आहे; इतर धातूंत फार थोडा आहे. ह्मणूनच कथील, जस्त, वगैरे धातूंच्या बारीक तारा काढलेल्या दृष्टीस पडत नाहींत.

पृष्ठ ३० ओळ १९.

हल्लीं अल्युमिनियम् ह्मणून जी धातु तयार करितात, ती फारच हलकी आहे. तिजपेक्षां पुष्कळ खनिज पदार्थ जड आहेत. ही धातु माती, तुरटी वगैरे पदार्थांत रसायन संयोग पावलेल्या रूपानें सांपडते. (पृ० ८९ पहा.)

पृ० ३१.

प्लातिनम् ही धातु शुद्ध असतां वितळविण्यास आक्सिजन व हैड्रोजन यांपासून जी अति प्रखर उष्णता उत्पन्न होते तिचा बहुधा उपयोग करितात. यंत्रादिकांत प्लातिनम्चा बहुधा मुळींच उपयोग होत नाहीं. हल्लीं रसायनसंबंधीं भांडीं, नळ्या वगैरे करण्याकडे मुख्यत्वें या धातूचा उपयोग केलेला दृष्टीस पडतो. कारण, जेथें अतिशय कडक उष्णता पदार्थास द्यावयाची असते, किंवा मोठीं जलाल आसीडें घट्ट करायाचीं असतात, तेथें प्लातिनम्वाचून दुसरीं कोणतींही भांडीं कामीं येत नाहींत. ज्या कित्येक पदार्थांची काचेवर रसायन क्रिया घडते, ते पदार्थ तयार करण्यासही प्लातिनम्ची सर्व भांडीं लागतात. आक्वा रिजिया (जलराज) या एका मिश्र आसिडाखेरीज दुसऱ्या कोणत्याही आसिडाची प्लाटिनम्वर रसायनक्रिया घडत नाहीं.

पृ. ३३, ओ. ११.

" पुष्कळ निरनिराळ्या पदार्थांशीं जमून अनेक मिश्र द्रव्यें झालीं आहेत. " या ग्रंथांत मिश्रण आणि संयोग (रासायनिक), मिश्र आणि संयुक्त, या शब्दांमध्यें जो मोठा भेद आहे तो ध्यानांत आणिलेला नाहीं; रासायनिक संयोगास व सामान्य मिश्रणास ' मिश्र ' ही संज्ञा सारखीच लाविल्यानें, कांहीं ठिकाणीं विवेचनांत घोंटाळा व चुका झाल्या आहेत. या धड्यांत बहुतेक ठिकाणीं मिश्र हा शब्द संयुक्त शब्दाच्या जागीं वापरला आहे. याचें वर एक उदाहरण दिलें. दुसरीं, 'रुपें हें शिसें, सुरमा (अंटिमनी धातु) सोमल, गंधक, इत्यादि अनेक पदार्थांशीं मिश्रित झालेलें सांपडतें,' ' तांबें गंधकाशीं मिश्रित झालेलें असें आढळतें ' इत्यादि होत. शिसें व अंटिमनी खेरीज करून, सोमल गंधक वगैरेशीं रुपें रसायन संयोग पावलेलें सांपडतें. सामान्यतः धातु शुद्ध रूपानें फार थोड्या सांपडतात; आक्सिजन, गंधक, क्लोराइन, इत्यादि पदार्थांशीं संयुक्त अशा त्या सांपडतात खाणींतून काढलेल्या धातूंच्या मातीस किंवा दगडांस अशुद्ध धातु म्हणण्यापेक्षां संयुक्त किंवा अशोधित धातु असें म्हणणें बरें. संयोग व मिश्रण यांचें अधिक विवेचन पुढील एका धड्यांत केलें आहे.

पृष्ठ ३५, ओ० २६.

रुपें ही धातु शुद्ध असतां (चांदी) फार मऊ असते, तीस कठीणपणा व चिवटपणा येण्याकरितां तींत थोडें तांबें मिळवितात. त्या योगें तीस खणखणीत नादही येतो. रुप्याचीं नाणीं ओतून करीत नाहींत. कारण रुप्यांत तांबें मिळविलें तरी त्याचा रस जेव्हां सांच्यांत घन होतो तेव्हां तो आकुंचन पावतो, व सांच्यापासून सुटतो, त्यामुळें सांच्यावरील अक्षरें व नक्षी त्यावर चांगली उठत नाहीं. ग्रंथांतील वाक्य चुकीचें आहे टांकसाळींत नाणीं पाडण्याचीं यंत्रें असतात. या यंत्रांनीं प्रथम सारख्या जाडीच्या रुप्याच्या पट्या तयार होतात; मग त्यांचे सारख्या घेराचे वाटोळे तुकडे पडतात, व ते सारख्या वजनाचे आहेत कीं नाहीं हेंही पाहिलें जातें. नंतर त्या तुकड्यांच्या कांठास खवले पाडले जातात व अखेरीस दोन्ही बाजूंनीं ठसे जोरानें दाबून त्यावर मुखवटे वगैरे उठवितात. याप्रमाणें सामान्यतः नाणीं तयार करण्याची रीत आहे. तांबें व सोनें यांचीं नाणीं पाडण्याची हीच रीति आहे.

पृष्ठ ३७, ओ० ७.

तांब्याचे भांड्यांत पिण्याचें पाणी ठेवण्यास मुळींच हरकत नाहीं; शिवाय तांबें हें उत्तम उष्णवाहक असल्यानें तें सैंपाकाच्या विशेष कामीं येतें व ज्या पदार्थांत आंबट व तुरट रस नाहींत, ते बिन्कल्हईच्या तांब्याच्या भांड्यांत शिजविल्यास चालतें. भाताचे तपेल्यास कोणी बहुधा कल्हई करीत नाहीं.

तांबें ९० भाग व कथील १० भाग, यांपासून जी मिश्रधातु होते तीस इंग्रजींत ‘ गन्-मेटल ’ ह्मणतात. परतु यावरून तोफांच्या नळ्या, ज्यांत दारू उडवून गोळा सोडायाचा, त्या या धातूच्या करितात असें समजूं नये. तोफेच्या नळया अत्यंत चिवट अशा घडीव लोखंडाच्या बहुधा असतात, व त्या तयार करण्याचे निरनिराळे प्रकार आहेत. परंतु या नळ्या बसविण्याकरितां जें सामान लागतें त्यापैकीं कांहींची घर्षणापासून जलद खराबी होते. या करितां असे भाग बहुधा गन् मेटलचे करितात, कारण ही धातु पोलादाच्या वगैरे घर्षणानें फारशी झीज खात नाहीं

पृष्ठ ३८, ओ० १९.

लोखंड पुनः पुनः तापवून लाल करून त्यास घणानें ठोकलें असतां त्यांतील बहुतेक अशुद्धता नाहींशी होते, व त्याच्या परमाणूंची रचना तंतुमय म्हणजे लांबलांब धागे एकत्र जुळल्या सारखी होते. असें जें शुद्ध लोखंड तें घडण्याच्या कामीं येतें; त्यास शिकईचें लोखंड असें म्हणतात. तें वाकतें किंवा पसरतें, परंतु ठोकलें असतां मोडत नाहीं; त्याचे अंगीं ठिसूळपणा फार कमी असतो. हजार भाग शुद्ध शिकईच्या लोखंडांत ८ पासून १९ भाग कार्बन मिळवून दिल्यास, त्यापासून पोलाद उत्पन्न होतें. त्यायोगें लोखंडा इतका चिवटपणा पोलादांत नसतो, तें बरेंच ठिसूळ होतें, परंतु त्याचा कठीणपणा किंवा कडकपणा वाढतो. म्हणून तें हत्यारें वगैरे करण्याच्या कामीं येतें. हजार भाग लोखंडांत जेव्हां १९ भागांहून बराच अधिक कार्बन मिसळलेला असतो, व दुसऱ्याही पदार्थांची किंचित् भेसळ असते, तेव्हां त्याचें बीड होतें. बीड ओतीव कामाच्या उपयोगीं पडतें; तें फार ठिसूळ व कडक असतें, व त्यावर हातोडी किंवा कानस बहुधा चालवीत नाहींत. शुद्ध लोखंडास वितळायास फारच कडक उष्णता लागते, व ती देऊनही त्याचा रस चांगला वाहण्यासारखा होत नाहीं. पोलाद त्याहून कमी उष्णमानावर वितळतें, त्यामुळें त्यापासून ओतीव पदार्थ करितां येतात. बीड त्याहून कमी उष्णतेनें वितळतें, म्हणून त्यापासून बहुतेक ओतीव पदार्थच तयार होतात; तें घडण्याच्या कामीं चांगलें येत नाहीं. बीड ओतण्याचे कारखाने मोठे असल्याखेरीज त्यांत हल्लीं फायदा होऊं शकत नाहीं. हे कारखाने मोठे असतात, तेव्हां दगडी कोळसे जाळून मोठाल्या मुशी तापवितात; कोळसे प्रखर होण्याकरितां बहुधा वाफेच्या यंत्रानें चालणारा भाता लावितात; व रस होतांच यंत्रांनीं सबंध मूस उचलून सांच्यांच्या तोंडाशीं नेऊन ओततात; रस निवण्यास फुरसत देत नाहींत. जेथें भट्टीची आंच हवी तेवढी प्रखर नसते, तेथें बिडाचें ओतीव काम चांगलें निघत नाहीं.

पृष्ठ ३९, ओं० ८.

ज्या खनिज द्रव्यांपासून लोखंड गाळतात, तीं बहुधा लोखंड व आक्सिजन यांचे संयुक्त पदार्थ असतात. ज्यांत गंधक आहे अशीं द्रव्यें लोखंड तयार करण्यास बहुधा घेत नाहींत. अशा द्रव्यांतील गंधकाचा जेथें उपयोग होईल, तेथें तीं प्रथम कामीं लागतात, व मग कदाचित् त्यांचें लोखंड गाळलें जातें. " तेणेंकरून गंधक वगैरे उष्णतेनें सुटणारे जे पदार्थ त्यांस लागलेले असतात, ते निघून जातात " या वाक्यावरून कोणास वाटेल कीं गंधक वगैरे पदार्थ धातूस नुसते वरवर चिकटलेले असतात, व उष्णतेनें ते पापुद्र्याप्रमाणें सुटतात. परंतु तसें नसतें. गंधक, कार्बानिक आसीड, वगैरे हे लोखंडाशीं रसायनरीत्या संयुक्त असतात, व जेव्हां त्यांस उष्णता लागते, तेव्हां त्यांपासून दुसरे रासायनिक पदार्थ उत्पन्न होतात, व लोखंड शुद्ध होत जातें.

पृष्ठ ३९, ओं० २७.

आकाशांतून जे तारे पडल्यासारखे दिसतात, ते वास्तविकपणें एक प्रकारचे दगड असतात. त्यांत लोखंडाचा अंश फार असतो. ते दगड अंतराळांत चालत असतां, जेव्हां पृथ्वीच्या बरेच जवळ येतात तेव्हां त्यांवर पृथ्वीच्या आकर्षणाचा अम्मल होऊन, ते पृथ्वीकडे येऊं लागतात. ते पूर्वींचे निस्तेज असतात, परंतु पृथ्वीच्या वातावरणांत मोठ्या वेगानें शिरल्या कारणानें, हवेच्या घर्षणानेंच ते फार तापून जातात. प्रथम लाल, नंतर पिंवळे व अखेरीस निळसर असा त्यांस उष्णता अधिकाधिक प्रखर होत गेल्यानें तेजस्वी रंग येत जातो, व म्हणूनच ते आपणास दृश्य होतात. बहुधा लहान दगड वाटेंतच वितळून जळून जातात, व त्यामुळें ते एकदम लुप्त होतांना दिसतात. परंतु जे मोठे असतात, ते पृष्ठ भागावर मात्र वितळतात, व त्यांचा आंतला भाग शाबूत राहून पृथ्वीवर येऊन पोहोंचतो.

लोहचुंबक सृष्ट व कृत्रिम असे दोन प्रकारचे असतात. कृत्रिम लोहचुंबक पोलादाचे केलेले असतात; सृष्ट चुंबक हे लोखंडाच्या अशोधित धातूंपैकींच एक प्रकार आहे. लोखंड व आक्सिजन यांच्या संयोगानें ती उत्पन्न झालेली असते. भूगर्भांत पुष्कळ काळ सारखी राहिल्यानें

या अशोधित धातूच्या अंगीं चुंबकाकर्षण येतें. कारण पृथ्वी हा एक स्वतःसिद्ध मोठा लोहचुंबक आहे. चुंबकलोहधातूपासून स्वीडन वगैरे देशांत उत्कृष्ट शिकई व पोलाद तयार करितात.

पृ. ४०, ओ. १७.

जस्त ही एक निराळी धातु आहे, व तिचे अंगीं कांहीं फार महत्वाचे गुण आहेत. या धातूचा रंग निळसर पांढरा आहे; व ती वितळण्यास फारशी कडक आंच लागत नाहीं. तांब्यांत कथील मिळविल्यानें जसें कासें होतें, तसें तांब्यांत जस्त मिळविल्यानें पितळ तयार होतें. पितळ्यांत बहुधा १/[illegible] पासून १/३ पर्यंत जस्त असतें. जस्ताच्या वाफा शिशाच्या किंवा तांब्याच्या वाफेप्रमाणें विषारी नाहींत, व त्यास हवेत जो गंज चढतो, त्याच्या आंगीं असा गुण आहे कीं, गंजाच्या खालीं धातु स्वच्छ राहते; तिजवर हवेंतील आक्सिजन, पाणी किंवा कार्बानिक आसीड यांची पुढें क्रिया घडत नाहीं. याचे विरुद्ध गुण लोखंडाच्या गंजांत आहे. तो एकदां लोखंडास चढला कीं त्या खालची धातूही गंज पावते, व सर्व लोखंडाची खराबी होत राहते. या करितां लोखंडावर कथील व जस्त यांची कल्हई चढवितात. लोखंडावर कथील चढविलें असतां त्यास 'टिन' असें हल्लीं प्रचारांत म्हणतात, 'जस्त' असें म्हणण्याचा पूर्वीचा चुकीचा प्रकार कमी होत चालला आहे. कथील चढविण्याची रीत सारांशानें ग्रंथांत दिली आहे, तशीच रीति जस्त चढविण्यास योजितात; भेद इतकाच कीं वितळलेल्या जस्तावर चरबीचा थर ठेवीत नाहींत, तर नवसागराचा ठेवितात. जस्त चढविलेल्या लोखंडास गाल्व्हनाइज्ड लोखंड असें म्हणतात. हें कथील चढविलेल्या लोखंडाप्रमाणें मऊ, झिलईदार व शुभ्र नसतें; त्याचा रंग निळसर असतो व पृष्ठावर स्फटिकीभवनाच्या रेषा तान्यांसारख्या दिसतात. घरावर टाकण्याचे पत्रे, हौद, बादल्या वगैरे करण्याचे जाडपत्रे, व तारांचे दोर जस्त चढविलेले असतात. डब्या, डबे, वगैरे करण्याचे पातळ झिलईदार पत्रे कथील चढविलेले असतात.

रसायनक्रियेंत जस्ताचा फार उपयोग असतो; जस्तावर गंधकादिकांच्या आसीडाची (यास ग्रंथांत मोरचुताचा अर्क म्हटलें आहे) क्रिया

होऊन हैड्रोजन वायु तयार होतो. रासायनिक पृथक्करणांतही जस्ताचा पुष्कळ उपयोग होतो. तसेंच वीज उत्पन्न करण्याच्या रासायनिक ब्याटरींत जस्ताचे पत्रे आसिडांत बुडवून ठेविलेले असतात. याप्रमाणें ही धातु सर्व प्रकारें फार महत्वाची आहे.

पृ० ४२, ओ० ३.

शिशाच्या गोळया करण्याची जी रीति ग्रंथांत सांगितली आहे ती बारीक गोळया, किंवा पाखरें मारावयाचे जे छर्रे, ते तयार करण्याची होय. बंदुकीच्या गोळया थोड्या पाडून घ्यावयाच्या असल्यास त्या लोखंडी सांच्यांत शिशाचा रस करून तयार करितात. परंतु गोळया पाडण्याचे जे मोठाले कारखाने असतात, तेथें शिशाच्या गोळया दाबानें तयार करितात. प्रथम शिशाच्या चौरस कांबी दाबून काढतात, मग यंत्रानें त्यांचे बेताचे घनाकार तुकडे पाडतात, व ते दाबून त्यांस वाटोळा, किंवा एक अंगी वाटोळा व दुसऱ्या अंगीं शंकाकार असा आकार देतात. या दुसऱ्या प्रकारच्या गोळ्याच हल्लीं फार प्रचारांत आहेत व त्याच काडतुसांत भरलेल्या असतात. ओतीव गोळींत थोडी हवा राहण्याचा संभव असतो, तीमुळें ती एखाद्या अंगास हलकी राहून निशाणावर समोर जात नाहीं. दाबाच्या गोळींत हा दोष राहत नाहीं, व त्यामुळें तिचा नेम गोळीच्या दोषानें तरी बहुधा चुकत नाहीं.

पृ० ४२.

'उद्भूत उष्णतेचे धर्म' सुमारें ९० वर्षांपूर्वी शास्त्रवेत्त्यांची अशी समजूत होती कीं उष्णता हा पदार्थाच्या अंगचा गुण किंवा धर्म नाहीं, तर हा एक जातीचा अति सूक्ष्म प्रवाही पदार्थ आहे. त्यामध्यें व जड पदार्थांमध्यें भेद एवढाच कीं जड पदार्थास वजन असतें व तें उष्णतेस नाहीं. म्हणून उष्णतेस ते 'गुरुत्वहीन प्रवाही' असें म्हणत; व प्रकाश आणि विद्युत् हेही दुसरे गुरुत्वहीन प्रवाही पदार्थच आहेत असें त्यांचें मत होतें. परंतु शास्त्रीय शोध व प्रयोग जसजसे वाढत चालले, त्याप्रमाणें ही कल्पना नाहींशी होत गेली; हल्लीं उष्णता, प्रकाश आणि

या अशोधित धातूच्या अंगीं चुंबकाकर्षण येतें. कारण पृथ्वी हा एक स्वतःसिद्ध मोठा लोहचुंबक आहे. चुंबकलोहधातूपासून स्वीडन वगैरे देशांत उत्कृष्ट शिकई व पोलाद तयार करितात.

पृ. ४०, ओ. १७.

जस्त ही एक निराळी धातु आहे, व तिचे अंगीं कांहीं फार महत्वाचे गुण आहेत. या धातूचा रंग निळसर पांढरा आहे; व ती वितळण्यास फारशी कडक आंच लागत नाहीं. तांब्यांत कथील मिळविल्यानें जसें कासें होतें, तसें तांब्यांत जस्त मिळविल्यानें पितळ तयार होतें. पित-ळ्यांत बहुधा $\frac{१}{२}$ पासून $\frac{१}{३}$ पर्यंत जस्त असतें. जस्ताच्या वाफा शिशाच्या किंवा तांब्याच्या वाफेप्रमाणें विषारी नाहींत, व त्यास हवेत जो गंज चढतो, त्याच्या आंगीं असा गुण आहे कीं, गंजाच्या खालीं धातु स्वच्छ राहते; तिजवर हवेंतील आक्सिजन, पाणी किंवा कार्बानिक आसीड यांची पुढें क्रिया घडत नाहीं. याचे विरुद्ध गुण लोखंडाच्या गंजांत आहे. तो एकदां लोखंडास चढला कीं त्या खालची धातूही गंज पावते, व सर्व लोखंडाची खराबी होत राहते. या करितां लोखंडावर कथील व जस्त यांची कल्हई चढवितात. लोखंडावर कथील चढविलें असतां त्यास 'टिन' असें हल्लीं प्रचारांत म्हणतात, 'जस्त' असें म्हणण्याचा पूर्वीचा चुकीचा प्रकार कमी होत चालला आहे. कथील चढविण्याची रीत सारांशानें ग्रंथांत दिली आहे, तशीच रीति जस्त चढविण्यास योजितात; भेद इतकाच कीं वितळलेल्या जस्तावर चरबीचा थर ठेवीत नाहींत, तर नवसागराचा ठेवितात. जस्त चढविलेल्या लोखंडास गाल्व्हनाइज्ड लोखंड असें म्हणतात. हें कथील चढविलेल्या लोखंडाप्रमाणें मऊ, झिलईदार व शुभ्र नसतें; त्याचा रंग निळसर असतो व पृष्ठावर स्फटिकीभवनाच्या रेषा ताऱ्यांसारख्या दिसतात. घरावर टाकण्याचे पत्रे, हौद, बादल्या वगैरे करण्याचे जाडपत्रे, व तारांचे दोर जस्त चढविलेले असतात. डब्या, डबे, वगैरे करण्याचे पातळ झिल-ईदार पत्रे कथील चढविलेले असतात.

रसायनक्रियेंत जस्ताचा फार उपयोग असतो; जस्तावर गंधकादि-कांच्या आसीडाची (यास ग्रंथांत मोरचुताचा अर्क म्हटलें आहे) क्रिया

होऊन हैड्रोजन वायु तयार होतो. रासायनिक पृथक्करणांतही जस्ताचा पुष्कळ उपयोग होतो. तसेंच वीज उत्पन्न करण्याच्या रासायनिक ब्याटरींत जस्ताचे पत्रे आसिडांत बुडवून ठेविलेले असतात. याप्रमाणें ही धातु सर्व प्रकारें फार महत्वाची आहे.

पृ० ४२, ओ० ३.

शिशाच्या गोळया करण्याची जी रीति ग्रंथांत सांगितली आहे ती बारीक गोळया, किंवा पाखरें मारावयाचे जे छर्रे, ते तयार करण्याची होय. बंदुकीच्या गोळया थोड्या पाडून घ्यावयाच्या असल्यास त्या लोखंडी सांच्यांत शिशाचा रस करून तयार करितात. परंतु गोळया पाडण्याचे जे मोठाले कारखाने असतात, तेथें शिशाच्या गोळया दाबानें तयार करितात. प्रथम शिशाच्या चौरस कांबी दाबून काढतात, मग यंत्रानें त्यांचे बेताचे घनाकार तुकडे पाडतात, व ते दाबून त्यांस वाटोळा, किंवा एक अंगी वाटोळा व दुसऱ्या अंगीं शंक्वाकार असा आकार देतात. या दुसऱ्या प्रकारच्या गोळयाच हल्लीं फार प्रचारांत आहेत व त्याच काडतुसांत भरलेल्या असतात. ओतीव गोळींत थोडी हवा राहण्याचा संभव असतो, तीमुळें ती एखाद्या अंगास हलकी राहून निशाणावर समोर जात नाहीं. दाबाच्या गोळींत हा दोष राहत नाहीं, व त्यामुळें तिचा नेम गोळीच्या दोषानें तरी बहुधा चुकत नाहीं.

पृ० ४२.

'उद्भूत उष्णतेचे धर्म' सुमारें ९० वर्षांपूर्वी शास्त्रज्ञांची अशी समजूत होती कीं उष्णता हा पदार्थाच्या अंगचा गुण किंवा धर्म नाहीं, तर हा एक जातीचा अति सूक्ष्म प्रवाही पदार्थ आहे. त्यामध्यें व जड पदार्थांमध्यें भेद एवढाच कीं जड पदार्थास वजन असतें व तें उष्णतेस नाहीं. म्हणून उष्णतेस ते 'गुरुत्वहीन प्रवाही' असें म्हणत; व प्रकाश आणि विद्युत् हेही दुसरे गुरुत्वहीन प्रवाही पदार्थच आहेत असें त्यांचें मत होतें. परंतु शास्त्रीय शोध व प्रयोग जसजसे वाढत चालले, त्याप्रमाणें ही कल्पना नाहींशी होत गेली; हल्लीं उष्णता, प्रकाश आणि

विद्युत्, हे तीनही आंदोलनरूप गतीचे प्रकार आहेत असें अनेक प्रकारें सिद्ध झालें आहे, व तसेंच सर्व शास्त्रवेत्त्यांचें मत झालें आहे.

पदार्थ कितीहि थंड केला किंवा कितीहि प्रखरपणें तापविला तरी त्याचें वजन वाढत नाहीं, हें सर्वांस ठाऊक आहेच. उष्णता गतिरूप आहे, म्हणजे, ही एक पदार्थाची स्थिती आहे, असें समजलें म्हणजे मुळींच अडचण येत नाहीं, परंतु उष्णता हा एक पदार्थ आहे असें मानिलें, तर त्यास वजन नाहीं हें कसें अशी शंका येते; व पदार्थ-मात्रास जरी वजन आहे, तरी उष्णतेस नाहीं असा अपवाद मानावा लागतो. ह्यावरूनच पुष्कळांस असमाधान वाटून त्यांनीं उष्णतेसंबंधाचा अधिकाधिक शोध चालविला, व तिचीं कार्यें ते विशेष मनःपूर्वक अवलोकन करूं लागले.

उष्णता ही पदार्थांच्या अणूंची गति आहे, म्हणून ती केव्हां इंद्रिय-गोचर होईल, केव्हां होणार नाहीं; केव्हां एका प्रकारानें ती अनुभवास येईल, केव्हां दुसऱ्या प्रकारें येईल,—असें म्हटल्यास शोभतें. परंतु जर ती पदार्थरूप आहे, गतिरूप नाहीं, असें मानिलें तर ती पदार्थांत शिरलेली प्रत्यक्ष दिसत असून जेव्हां अनुभवास येत नाहीं तेव्हां काय म्हणावें ? उदाहरणार्थ बर्फाचे खडे कुटून त्यांत एक उष्णमापक ठेवावें व भांड्यास खालून मंदाग्नी लावावा. अग्नीची उष्णता भांड्यांतून बर्फांत जात असली पाहिजे, असें स्पष्ट अनुमान होतें, परंतु उष्णमापक पहावें तों सबंध बर्फ वितळेपर्यंत त्यांतील पारा जागच्या जागीं राहतो. तेव्हां ही बर्फांत शिरलेली उष्णता काय झाली असा साहजिक प्रश्न येतो. या प्रश्नाचें उत्तर असें देत असत कीं उष्णता केव्हां गुप्तरूपानें व केव्हां स्पष्टरूपानें पदार्थांत वास्तव्य करिते. ती गुप्त असते तेव्हां तीस ते अनुद्भूत उष्णता म्हणत. उष्णता गतिरूप समजल्यास अशी अस-माधानकारक कल्पना करावी लागत नाहीं. गतीचीं पदार्थांच्या अणूंवर दोन प्रकारचीं कार्यें होतात; एक, त्यांच्या अंगचा वेग वाढतो, दुसरें त्यांमधील अंतर वाढतें. ही गोष्ट ठोकळ दृष्टांतांनीं लक्षांत येईल. आ-पण हातोडीनें एकाद्या ढिसूळ दगडास टोला दिल्यास, तो सबंध दग-

ड उडून जाऊन कोणा अंधळ्यास लागेल, व आपल्या हातोडीची गति त्यास ‘ उद्भूत ’ होईल. परंतु कांहीं प्रसंगीं टोला लागतांच दगड फुटून त्याचे तुकडे तुकडे होऊन ते जागच्या जागीं विखरतील; व त्या अंधळ्यापर्यंत त्यांतील एकही जाऊन पोहोंचणार नाहीं. त्यास टोल्याचा आवाज मात्र ऐकूं येईल. यावरून त्यानें टोल्याची गति या प्रसंगीं ‘ अनुद्भूत ’ होती अशी कल्पना केल्यास चालेल काय ? तोफेंत दारू भरून उडविल्यास तींतून गोळा दूर शत्रूंवर जाऊन बहुधा पडेल; परंतु प्रसंग विशेषीं तोफच फुटून जाईल, व गोळा शत्रूपर्यंत जाणार नाहीं. दारूनें मोठाले गोळे एक एक मैल दूर जातात; तीच सुरुंग उडविण्याच्या कामीं लाविल्यास मोठा खडक फुटून जातो, परंतु त्याचीं छकलें पांच पन्नास हातांपलीकडे जात नाहींत. याप्रमाणें उष्णतारूप गतीचीं द्विविध कार्यें आहेत. केव्हां उष्णता लाविली असतां अणूंची गति वाढते, व ते आपल्या स्पर्शास कढत लागतात, म्हणजे त्वचेस आपली गति जाणवितात; परंतु कांहीं विशेष प्रसंगीं त्याच उष्णतेनें घनांचीं छकलें होऊन त्यांस द्रवरूप येतें, किंवा द्रवाच्या अणूंची दाणादाण होऊन त्यांस वायुरूप येतें; व हीं कार्यें त्वचेस किंवा उष्णमापकास कळून येत नाहींत. यावरून उद्भूत आणि अनुद्भूत असा जो पूर्वींचा भेद होता तो आतां कसा नाहींसा झाला आहे, हें लक्ष्यांत येईल.

घर्षणानें व आघातानें उष्णता उत्पन्न होते. कानशीनें पदार्थ घासल्यास तो तापतो; हातोडीनें ठोकल्यास तो गरम होतो. या ठिकाणीं उष्णता कोठून येते ? पूर्वीं असें उत्तर देत असत कीं ‘ घर्षणानें पदार्थाचे रजःकण सुटून विलग होतात. कानशीनें घासलेल्या धातूचा कीस खालीं पडतो. पदार्थाच्या छिद्रांत उष्णता गूढपणें भरून राहिलेली असते, ती हे रजःकण अस्ताव्यस्त होतांच बाहेर पडते, म्ह० ‘ उद्भूत ’ होते. असाच प्रकार घणाच्या आघातानें होतो, पदार्थ जणूं काय दाबून पिळल्यासारखा होतो; व धोतराच्या पिळ्यांतून जसें पाणी बाहेर पडतें तशी पदार्थांतील गूढ उष्णता बाहेर येते. ’ या कल्पना खऱ्या आहेत कीं काय हें पहा-

ण्याकरितां कौंट रंफोर्ड यानें एक प्रयोग योजिला. तोफेच्या कान्याचें भोंक पाडण्याचें काम चाललें होतें. तें भोंक पाडण्याचें जें हत्यार त्यानें घेतलें तें बोथटलेलें होतें; त्यावर पुष्कळ भार ठेवून घोड्यांच्या जोरानें तें कान्याच्या जागीं फिरविण्याचा त्यानें यत्न आरंभिला. भोंक फार थोडें-च पडलें हें सांगावयास नकोच, व त्यामुळें धातूचा कीसही फार थोडा झाला, परंतु ती तोफ इतकी तापली कीं तीस हात लाववेना; मग ती पाण्यांत बुडवून पुनः घोंडे चालू केले. कांहीं वेळानें पाण्यास उकळी फुटली, परंतु भोंक खोल जाईना किंवा कीस निघेना. तेव्हां ही इतकी उष्णता आली कोठून ? यावरून त्यानें असें ठरविलें कीं, ‘ उष्णता ’ हा पदार्थ नसावा; हा गतीचा एक सूक्ष्म प्रकार असला पाहिजे. घोड्यां-ची गति स्थूल होती, तिचेंच रूपांतर होऊन ती उष्णता रूपानें प्रकट झाली असावी. हे त्याचे सिद्धांत पुढें दुसऱ्या अनेक प्रमाणांनीं कायम ठरले. स्थूल गतीचें घर्षणादिकांनीं जसें सूक्ष्म उष्णतारूप गतींत रूपांतर होतें, तसेंच उलट उष्णतेचें वाफेच्या यंत्रांत स्थूल गतींत रूपांतर होतें.

रसायन संयोगांत बहुधा पुष्कळ वेळां उष्णता किंवा थंडी उत्पन्न होते. ही रसायन क्रियेंतील उष्णता कोठून येते किंवा थंडीच्या प्रसंगीं ती कशी लुप्त होते, हा एक मोठा बिकट प्रश्न होता; व त्याचें उत्तर देतांनाही उद्भूत व अनुद्भूत उष्णतेच्या कल्पनांचा शास्त्रवेत्त्यांस आश्रय करावा लागे. चुना थंड व पाणीही थंड; परंतु चुन्यावर पाणी ओतलें कीं त्या पाण्यास कढ येण्या इतकी देखील उष्णता एकदम कोठून येते ? चुन्यांत ती गूढ होती. परंतु पाणी चुन्यांत जिरतांच त्यानें ती बाहेर काढून लाविली ’ असें पुर्वीचें उत्तर असे. परंतु ती अनुद्भूत होती यास प्रमाण काय ? चुन्याची अगदीं भुकटी केली व ती हळूच तेलांत सोडिली, व त्याच्या सर्व रंध्रांत तेल भरूं दिलें, तर ती उष्णता कां बाहेर पडत नाहीं ?

वरील प्रश्नास हल्लीं जें उत्तर देतात तें असें. चुन्याच्या अणूंमध्यें व पाण्याच्या अणूंमध्यें मोठें प्रबळ रसायनाकर्षण आहे. त्या आकर्षणाचा अम्मल चालेल इतक्या निकट हे अणू येतांच, ते एकमेकांकडे मोठ्या

वेगानें धांव घेतात; व ते जेव्हां एकमेकांवर आपटतात तेव्हां त्यांच्या त्या कोटिशः आघातांपासून उष्णतारूप गति उत्पन्न होते. उंचावरून दगड खालीं पडून जमीनीवर आदळला तर त्यामध्यें थोडी उष्णता उत्पन्न होते, हातोडीस हातानें वेग देऊन ऐरणीवर ती आपटल्यास तीही तापते, या ठिकाणीं स्थूल गुरुत्वजन्य किंवा हस्तप्रेरणेच्या वेगाचें उष्णतारूपानें पर्यवसान झालें, तसेंच रसायनप्रीतिजन्य अणूंच्या वेगानेंही होतें. दोन पदार्थांमध्यें रसायनाकर्षण किती जोराचें आहे, हें त्यांच्या संयोगापासून किती उष्णता उत्पन्न होते, हें पाहून ठरवितां येतें. हैड्रोजन व आक्सिजन यांमध्यें जितकें तीव्र रसायनाकर्षण आहे, तितकें दुसऱ्या कोणत्याही दोन पदार्थांत सांपडत नाहीं, म्हणूनच त्यांच्या संयोगानें प्लाटिनम् वितळेल इतकी प्रखर उष्णता उत्पन्न होते; व हे वायु कोंडून एकदम पेटविल्यास त्या योगें सुरंग उडवावा तशीं भयंकर कार्यें होऊं शकतात.

परंतु पाण्यांत मीठ टाकलें असतां पाणी अधिकच थंड होतें; कढत चहांत साखर घातल्यास तो थोडासा निवतो; हें कसें? या ठिकाणीं पाणी आणि मीठ किंवा साखर यांमध्यें फार थोडें रसायनाकर्षण आहे असें एक सिद्ध होतें, व म्हणूनच त्यांच्या संयोगानें उष्णता जी उत्पन्न होते ती फार थोडी असते. परंतु मीठ किंवा साखर जेव्हां पाण्यांत विरघळते, तेव्हां तिचे अणु फुटून फुटून पाण्यांत मिसळतात. मिठाचें व साखरेचें घनरूप जाऊन त्यांस द्रवरूप येतें; ही त्यांच्या कणांची जी दाणादाण होते, त्या कार्यास जी उष्णता लागते तीपैकीं कांहीं थोडी रसायनक्रियेनें प्राप्त होते, व बाकीची पाण्यांतून जाते, त्यामुळें पाण्याचें उष्णमान उतरतें, म्हणजे तें थंड होतें.

पृष्ठ ४३ ओ० १.

'पारा पातळ होऊन वर चढतो,' .... 'तो घन होऊन खालीं उतरतो,' असें या वाक्यांत म्हटलें आहे. 'पातळ' व 'घन' या संज्ञा हल्लीं द्रवरूप व घनरूप अवस्थेस लावितात. वरील वाक्यांत 'पारा प्रसरण पावून वर चढतो, आकुंचित होऊन खालीं उतरतो, असें सांगण्याचा उद्देश आहे.

पृ० ४३ ओ० ११.

"तो असा कीं .... " या वाक्यांत उष्णवहनानें जाणारी उष्णता व किरणरूपानें पसरणारी उष्णता, यांमध्यें घोंटाळा केलेला आहे. हा विषय स्पष्ट होण्याकारितां एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं जाण्याचे उष्णतेचे जे तीन प्रकार त्यांचा उल्लेख केला पाहिजे. पहिला प्रकार **उष्णवहन** हा होय; व हें धातूंमध्यें उत्कृष्टपणें दिसून येतें. लोखंडी सळईचें एक अग्र विस्तवांत धरलें तर दुसरे अग्रापर्यंत उष्णता हळू हळू वाहत येते. या प्रकारांत पदार्थाचे जे अणु प्रथम तापतात, ते आपल्या शेजारच्या अणूंस आपली उष्णता पोंचवितात; तेही आपल्या पलीकडच्यांस ती पोहोंचवितात; व याप्रमाणें अणूंच्या माळकेंतून उष्णता क्रमानें एका बाजूकडून दुसऱ्या बाजूकडे वहात जाते. उष्णवहनास पदार्थांचे अणु एकमेकाच्या निकट सांनिध्यास असावे लागतात, त्यांमध्यें फटी असतां कामां नये. एकाच पदार्थाचे अणु घनावस्थेंत परस्परांच्या जवळ असतातच; एका पदार्थाच्या द्वारें उष्णवहनानें दुसऱ्यांत उष्णता जाण्यास ते दोन्ही एकमेकांस चिकटलेले असावे; व ते जेवढ्या जोरानें एकमेकांवर दाबावे तेवढें उष्णवहन अधिक सुलभपणें होतें. उदाहरणार्थ, लाल निखारा हलक्या हातानें उचलून दूर फेंकितां येतो, परंतु तोच दाबून धरून उचलूं गेल्यास हात पोळतो. याप्रमाणेंच थंड हवा स्थिर असतां ती अंगास बाधत नाहीं, परंतु ती वेगानें येऊन जेव्हां अंगावर आदळते—म्हणजे आपण जेव्हां वाऱ्याच्या सोसाट्यांत उभे असतों—तेव्हां ती अंगास झोंबते व बाधा करिते. कढत पाण्यांत हात स्थिर धरला तर तो फारसा पोळत नाहीं, परंतु हात जोरानें फिरविला तर तो भाजतो. याप्रमाणें उष्णवहन चांगलें होण्यास अणूंचा निकट संबंध अवश्य आहे. उष्णवहन हें अधिक उष्ण भागांतून किंवा पदार्थांतून कमी उष्ण भागाकडे किंवा पदार्थाकडे मात्र होतें; याचे उलट होत नाहीं.

उष्णवहनाचा गुण घन पदार्थांत विशेष असतो, व घन पदार्थांतही धातु फार उत्तम वाहक आहेत, इतर पदार्थ मंदवाहक आहेत.

धातूंमध्येंही रुप्याची वाहकशक्ति १०० समजल्यास, त्याच्या खालोखाल तांबें (७९), मग सोनें (५३), मग लोखंड (१२), मग शिसें, प्लाटिनम् वगैरे असा क्रम लागतो. (पृ. ४६ ओळ ६ पहा.) घन पदार्थांत राख, पिसें, लोंकर, केस, अस्बेस्टास, वगैरे फारच मंदवाहक आहेत. द्रवरूप पदार्थ व वायुरूप पदार्थ इतके मंदवाहक आहेत कीं त्यांमध्यें उष्ण वहनाची शक्ति नाहींच असें म्हटल्यास चालेल. या कारणानेंच द्रव आणि वायु ज्या भांड्यांत असतात, तें वरच्या आंगून तापविलें तर ते सारखे तापत नाहींत किंवा भांडें खालच्या आंगून थंड केलें तर ते सारखे थंड होत नाहींत. त्यांस सारखें तापविण्यास किंवा थंड करण्यास याच्या विरुद्ध कृति केली पाहिजे, म्हणजे भांड्यास खालून आंच दिली पाहिजे किंवा वरून थंडी लाविली पाहिजे. याचें कारण असें कीं, द्रवांत व वायूंत उष्णता जी पसरते ती उष्णवहनानें पसरत नाहीं, दुसऱ्या प्रकारानें पसरते; त्यास '**संसर्पण**' म्हणतात. उष्णतेचें संसर्पण होतें तेव्हां एक अणुपुंज शेजारच्यास आपली उष्णता देत नाहीं, तर आपण स्वतः उष्ण होऊन, प्रसरण पावून हलका होतो व वर जातो; मग दुसरा अणुपुंज त्याच्या जागीं येतो, तेथें उष्णता ग्रहण करितो, व निघून वर जातो, व याप्रमाणें क्रम चालतो. जेथें उष्णतेचा उगम असेल तेथें प्रत्येक अणुपुंजास जावें लागतें, तेव्हां त्यास उष्णता मिळते. भांडें खालून तापविलें असतां ही संसर्पणाची क्रिया चालते. खालचे अणुपुंज प्रथम तापतात, व हलके होऊन वर जातात. मग दुसरे पुंज भांड्याच्या तळीं येतात व वरचे थोडे खालीं घसरतात; याप्रमाणें होऊं लागलें म्हणजे द्रवांत व वायूंत प्रवाह उत्पन्न होतात. तापलेल्या अणुपुंजांचा प्रवाह वर जात असतो, व थंड अणुपुंजांचा प्रवाह खालीं उतरत असतो. या प्रवाहांस संसर्पणप्रवाह ह्मणतात. ते पाहणें झाल्यास काचेच्या मोठ्या भांड्यांत थोडा केर असलेलें पाणी तापवावें, म्हणजे पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर केरही चालूं लागतो, व त्या योगें ते प्रवाह दृश्य होतात. पाणी थंड करणें झाल्यास भांड्याच्या वरच्या अंगास बर्फाचे तुकडे ठेवावे; त्या

थंडीनें वरचे अणुपुंज आकुंचित होऊन जड होतात, व खालीं तळाशीं येतात, व तळचे अणुपुंज अधिक ऊष्ण व हलके असल्यानें वर जातात. व तेथें पुढें थंड होऊं लागतात, व या रीतीनें संसर्पण प्रवाह सुरू होतो. प्रत्येक अणुपुंजास 'घसरून' जेथें उष्ण किंवा थंडी असेल तेथें जावें लागतें म्हणून या क्रियेस संसर्पण अशी संज्ञा दिली आहे. हा ऊष्ण प्रसाराचा मार्ग उष्णवहनाहून भिन्न आहे, व तो खालच्या अंगीं चढणारे उष्ण अणुपुंज, व वरच्या अंगीं उतरणारे त्यांहून थंड अणुपुंज, असा उष्णता भेद असल्या खेरीज अमलांत येत नाहीं. म्हणून जर आपण द्रवरूप पदार्थ वरच्या अंगीं तापविला, तर त्याचे तापलेले अणु हलके होऊन वरच्यावर राहतात, ते खालीं उतरत नाहींत व उष्णता पृष्ठाच्या फारशी खालीं उतरत नाहीं. तळाशीं थंड केलेल्या द्रवांतील थंडी अशाच कारणानें फारशी वर येऊन पोंहोचत नाहीं.

उष्ण प्रसाराचा तिसरा मार्ग ह्मटला म्हणजे **किरणविसर्जनाचा** होय प्रत्येक पदार्थांत ज्या मानानें उष्णता असेल त्या मानानें कमी अधिक तीव्रतेचे उष्णकिरण त्यापासून निघून त्याच्या सर्व बाजूस पसरतात. जेव्हां भोंवतालचे सर्व पदार्थ सारखेच उष्ण किंवा थंड असतात, तेव्हां प्रत्येकाचें किरण दुसऱ्यांवर पडतात, तथापि ते सारख्या तीव्रतेचे असल्यानें कोणीही अधिक तापत नाहींत किंवा थंड होत नाहींत; व उष्णतेच्या संबंधानें त्यांची स्थिति बदलत नाहीं. परंतु जेव्हां एक पदार्थ भोंवतालच्या किंव शेजारच्या पदार्थांहून अधिक उष्ण असतो, तेव्हां तो त्यास अधिक तीव्र किरण देतो, त्यांकडून मात्र त्यास कमी तीव्र किरण मिळतात; या कारणानें अधिक उष्ण पदार्थ निवतो व शेजारील किंवा भोंवतालचे पदार्थ तापतात. ही गोष्ट पृ. ४३ च्या १६ व्या ओळीपासून पुढें सांगितलेली आहे.

आतां येथें एवढेंच सांगावयाचें राहिलें आहे कीं वहनानें किंवा संसर्पणानें एका स्थळाहून दुसऱ्या स्थळीं उष्णता जाण्यास मध्यंतरीची सर्व जागा जडद्रव्यानें भरलेली असावी लागते. लोखंडाच्या सळईचें एक टोंक विस्तवावर टेकलेलें असतें व तेथून दुसऱ्या टोकापर्यंत सळईचे

अणुपुंज सारखे एकमेकांस भिडलेले असतात. तसेंच पाण्याचें भांडें चुलीवर ठेवलें म्हणजे, विस्तवाच्या ज्वाळा भांड्यास लागतात, त्या भांड्यास आंतील पाण्याचा थर चिकटलेला असतो; त्या थरांत भांड्यांतून प्रत्यक्ष उष्णवहन होतें, व मग पाण्याच्या थरांत उष्णसंसर्पण सुरू होतें परंतु किरणरूप झालेली उष्णता पसरण्यास मध्यंतरीं जडपदार्थ असण्याची मुळींच जरूरी नाहीं, उलट किरणांच्या आड जड पदार्थ आल्यास ते अडले जातात व त्यांतील उष्णता त्या मधल्या पदार्थासच तापविते. उष्ण किरण या प्रकारें अडवून शोषून घेण्याची शक्ति बहुतेक घन व द्रवपदार्थांत आहे; व वायुंमध्यें मात्र ती फार कमी आहे. यावरून उष्णकिरण अव्याहतपणें रिकाम्या निर्वात स्थलांतून मात्र जातात, जड पदार्थ ह्म० घन, द्रव आणि वायु, यांतून जात असतां त्यांचें पूर्णपणें किंवा जास्तकमी प्रमाणानें निग्रहण होतें, असें लक्षांत येईल. उदाहरणार्थ सूर्यापासून निघालेले किरण आपल्या वातावरणापर्यंत निर्वात स्थलांतून अव्याहतपणें येतात. वातावरणांत शिरल्यावर त्यांतील वायूंनीं त्यांचें अंशतः मात्र निग्रहण होतें, व ह्मणूनच प्रत्यक्ष सूर्य किरणांनीं वातावरण म्हणण्यासारखें तापत नाहीं. परंतु ते किरण जेव्हां पृथ्वीच्या जलस्थल भागांवर येऊन पडतात, तेव्हां त्यांचें त्वरित निग्रहण होतें, व ते भूपृष्ठांत किंवा जलपृष्ठांत फारसे खोल प्रवेश करूं शकत नाहींत. त्या किरणांच्या निग्रहणानें (म्हणजे त्यांस अडवून व शोषून) जमीन आणि पाणी तापतें; व नंतर त्यांस चिकटून असलेला हवेचा थर तापतो. याप्रमाणें हवेस जी उष्णता मिळते ती प्रत्यक्षपणें भूपृष्ठाच्या निकट सांनिध्यानें मिळते, प्रत्यक्ष सूर्य किरणांकडून मिळत नाहीं. म्हणून भूपृष्ठाजवळील हवेचे थर उष्ण असतात व वातावरणांत जों जों उंच जावें, तों तों हवा अधिकाधिक थंड होत जाते. उष्णतेचे किरण आडवून त्यांच्याद्वारें स्वतः तापण्याची जी पदार्थांतील शक्ति तीस **उष्णनिग्राहकशक्ति** असें म्हणतात.

पृ. ४४, ओ. ४.

पदार्थ ज्याप्रमाणें कमी किंवा अधिक उष्ण असेल त्यामानानें तो आपल्या भोंवतालीं कमी किंवा अधिक तीव्र किरण टाकितो असें वर

सांगितलें. उदाहरणार्थ, कढत पाण्याचे तपेल्याजवळ एक वितीवर हात धरल्यास जितका शेक लागतो त्या पेक्षां लाल निखाऱ्याजवळ वितीवर हात धरल्यास अधिक शेक लागतो. कारण निखाऱ्यापासून अधिक तीव्र किरण निघत असतात. ही किरण टाकण्याची जी पदार्थांची शक्ति तीस किरणविसर्जनाची शक्ति असें नांव आहे. आपल्या भोंवतीं उष्ण किरणांचें विसर्जन करावें हा सर्व पदार्थांचा गुण आहे खरा; परंतु तो कांहींत अधिक आहे व कांहींत कमी आहे. काजळांत व सामान्यतः काळ्या पदार्थांत तो फारच आहे, व धातूंत व सामान्यतः पांढऱ्या चकचकीत पदार्थांत तो फार कमी आहे.

याप्रमाणें प्रत्येक पदार्थ आपआपल्यापरी किरणविसर्जन करीत असतां, त्यावर इतर पदार्थांकडून निघालेले किरण येऊन पडत असतात. या प्राप्त किरणांपैकीं कांहींस तो परत फेंकतो; ते **परावृत्त** होऊन दुसरीकडे जातात. कांहींस तो पार जाऊं देतो; हे किरण त्या पदार्थांतून जातांना **वक्रीभवन** पावतात. मग बाकी जे किरण राहिले त्यांचें तो **निग्रहण** करितो. हे शेवटचे किरण जर अधिक तीव्रतेचे असले तर तो तापतो, कमी तीव्रतेचे असल्यास निवतो. आतां असें सिद्ध झालें आहे कीं, प्रत्येक पदार्थांत उष्णकिरणाच्या विसर्जनाची जेवढी शक्ति असते, तेवढीच त्याच्या अंगीं उष्णकिरणांचें निग्रहण करण्याची शक्ति असते; ह्मणजे या दोन्ही शक्ति समसमान असतात. धातूंच्या अंगीं विसर्जनाची व तशीच निग्रहणाचीही शक्ति कमी; काजळाच्या अंगीं विसर्जनाची शक्ति मोठी, तशीच निग्रहणाचीही मोठी.

पदार्थ तापणें किंवा निवणें, हें त्याकडे येणाऱ्या किरणांच्या तिव्रतेवर अवलंबून असतें; परंतु तो जलद तापणें किंवा सावकाश तापणें किंवा तसाच निवणें, हें त्याच्या निग्रहणशक्तीवर अवलंबून राहतें. उदाहरणार्थ, भाताचें तपेलें बाहेरून चकचकीत असतां निखाऱ्यावर ठेविल्यास तें तापेल, परंतु जलद तापणार नाहीं; ज्यावर राख सारवली आहे असें तपेलें जलद तापेल. कारण धातूंच्या चकचकीत पृष्ठांत निग्रहणाची शक्ति

कमी असते, परंतु त्या पृष्ठावर राखेचा पातळ लेप दिला असतां राखेची निग्रहणाची शक्ति मोठी, तीमुळें तें पृष्ठ लवकर तापतें. याच कारणानें चकचकीत धातूंचीं पृष्ठें तापलीं असतां लवकर निवत नाहींत, परंतु त्यांवर राखेचा किंवा मशीचा थर असल्यास लवकर निवतात. या गोष्टी या पृष्ठांत (४४) सांगितल्या आहेत. व वरील विवेचन ध्यानांत आणिलें असतां शेवटीं जी शंका घेतली आहे ती मुळींच उत्पन्न होणार नाहीं. कारण, तापणें किंवा निवणें, यास किरणांमध्यें तीव्रतेचा भेद पाहिजे; लवकर किंवा सावकाश तापणें यास निग्रहणशक्तीचा भेद पाहिजे.

" हिंवाळ्यांत चकचकीत रंगाच्या वस्त्रांनीं अंगांत जशी ऊब राहते, तशी काळ्या वस्त्रांनीं राहत नाहीं. " ही गोष्ट अनुभवाविरुद्ध आहे व खरी नाहीं. काळसर व खरखरीत पदार्थांस ऊब फार, व म्हणूनच घोंगड्या, धाबळ्या, बनाती, वगैरे कपडे हिंवाळ्यांत वापरतात; व पांढरे मऊ, चकचकीत कपडे उन्हाळ्यांत वापरतात. याचें कारण असें कीं हिंवाळ्यांत आपल्या अंगांतील उष्णता बाहेर जाऊं नये म्हणून बंदोबस्त करावयाचा असतो, व उन्हाळ्यांत बाहेरची उष्णता शरीरास येऊन पोहोचूं नये, उलट शरीराची थोडी उष्णता बाहेर जावी, अशी तजवीज करावयाची असते. ह्मणून लोकरीचे जाडी व खरखरीत कपडे हिंवाळ्यांत अंगासरसे घातल्यास, ते अत्यंत मंदवाहक, ह्मणून त्यांतून शरीराची उष्णता बाहेर जात नाहीं, अंगास ऊब राहते. उन्हाळ्यांत चकचकीत रंगाचे पातळ कपडे घातल्यानें, त्यांची निग्रहणशक्ति कमी असल्यानें, ते फारसे तापत नाहींत, व त्यांकडून शरीरास बाहेरची उष्णता फारशी येऊन पोहोंचत नाहीं; उलट ते ढिले ठेविल्यानें अंगाभोंवतीं हवा फिरून अंग थंड होतें.

पृ० ४६, ओ० १८–२५.

येथें सांगितलेल्या प्रयोगावरून कोणास वाटेल कीं, लोंकर, रेशीम, कापूस, इत्यादिकांपेक्षां हवा शीघ्र वाहक आहे; परंतु तसें मुळींच नाहीं. या सर्व पदार्थांहून हवाच अगदीं मंदवाहक आहे. असें असतां नळींत हवा असतां उष्णमापक फार जलद निवण्याचें कारण एक असें कीं उष्णमापकापासून उष्ण व तीव्र किरणांचें जें विसर्जन होतें. त्यास मध्यं-

तरी हवेकडून फारसा प्रतिबंध होत नाहीं; व दुसरें असें कीं हवा उष्ण-मापकास चिकटून त्याची उष्णता घेते, व ती तापलेली हवा संसर्पणानें वर चढून जाऊन दुसरी थंड हवा उष्णमापकास येऊन बिलगते या कारणानें तें लवकर निवतें. हवेच्या पराकाष्ठेच्या मंदवाहकतेचा फायदा घेणें झाल्यास तींतील संसर्पण प्रवाह बंद केले पाहिजेत. ही गोष्ट सच्छिद्र पदार्थांच्या योगानें साध्य होतें व म्हणूनच त्यांस विशेष मंद वाहकत्व येतें. लांकडापेक्षां लांकडाचा कीस फार मंदवाहक आहे, कारण त्या किसांतील सर्व भेगांत व छिद्रांत हवा कोंडून राहते, ती चलन पावूं शकत नाहीं. याच कारणानें राख, कोळशाची भुकटी, इत्यादि, सर्व अत्यंत मंदवाहक आहेत. पक्ष्यांचीं पिसें, व त्यांपेक्षांही त्यांच्या पोटावरील लव फारच मंदवाहक आहे, याचें कारण त्यांच्या सूक्ष्म फटींत व छिद्रांत हवा सूक्ष्मपणें भरून राहते. कापसाच्या किंवा रेशमाच्या धाग्यापेक्षां लोंकरीच्या तंतूंची रचना थोडी निराळी असते; ती अशी कीं लोंकरीच्या तंतूस अतिसूक्ष्म खवले असतात, (पृ. ६९ ओ. ३ पहा.) व त्यांची मांडणी अशी असते कीं जणुं काय तो तंतु स्क्रूसारख्या वेटोळ्यांचा बनला आहे. या योगानें प्रत्येक लोंकरीच्या तंतूंत जशी हवा सूक्ष्मपणें कोंडून राहते, तशी कापसाच्या किंवा रेशमाच्या सडसडीत धाग्यांत राहत नाहीं. याच कारणानें लोंकरीच्या तंतूंचें एकमेकांत गुंतून जसें जाळें होतें, व तें पाहिजे तेवढें जाड होऊं शकतें, तसें कापसाचें किंवा रेशमाचें होत नाहीं. म्हणूनच लोकरीचा कपडा जाड असून फारसा जड असत नाहीं, परंतु तेवढाच जाड कापसाचा केल्यास फार जड होतो. या कारणानें रेशीम कितीही मंदवाहक असलें, तरी त्याचा कपडा लोंकरीप्रमाणें ऊबदार होत नाहीं; व तितका जाडही करितां येत नाहीं. शिवाय रेशमी कापड मऊ तकतकीत तें शरीराची उष्णता लवकर ग्रहण करीत नाहीं. म्हणून तें हिंवाळ्यांत गार गार लागतें, व तें कोणी वापरीत नाहीं. त्यापेक्षां कापूस बरा. कापसाचे व लोकरीचे पातळ कपडे उन्हाळ्यांत उष्ण देशांतच वापरण्याची फार चाल आहे.

पृ० ४९, ओ० २३.

‘ महत्व ’ हा शब्द येथें आकाराचें प्रमाण किंवा ‘ आकारमान ’ या अर्थी योजलेला आहे.

पृ० ५०, ओ. २६.

‘कांडचा’ म्हणजे स्फटिकरूप झालेले खडे, पैलूदार खडे, किंवा स्फटिक.

पृ० ५१, ओ० १.

‘ भाप्रवेशार्हत्व ’ = पारदर्शकपणा.

पृ० ५३, ओ० २२.

‘ सृष्टींतील यच्चयावत् पदार्थ कालेंकरून कुजून नाहींतसे होतात ’ असें म्हणण्यापेक्षां, सृष्टींत जे वनस्पतिजन्य व प्राणिजन्य पदार्थ असतात ते कुजून त्यांपासून निर्जीव कोटींत गणना होणारे पदार्थ उत्पन्न होत असतात व निर्जीव कोटींत जे मोठमोठ्या आकाराचे पदार्थ आहेत ते झरून, त्यांचे कण विखरत असतात; व या घडामोडीस कधींही खळ पडत नाहीं; कालें करून सर्वांचें रूपांतर व स्थलांतर होतें असें म्हणणें बरें.

पृ० ५७, ओ० २४.

पारिभाषिक दृष्टया गोपाळानें योजिलेलेच शब्द योग्य आहेत. ‘घन’ ही संज्ञा अप्रवाही पदार्थांस लाविली आहे (पृ. ५६ शेवटीं), व पदार्थांचे घन, द्रव आणि वायु असे तीन विभाग केले आहेत. या संज्ञा दुसऱ्या अर्थानें योजणें बराबर नाहीं. मृदु व कठीण, घट्ट व पातळ, दाट (किंवा सांद्र) आणि विरल, मऊ आणि खरखरीत, अशा शब्दांच्या जोड्या नियमित अर्थानें योजणें अवश्य आहे. ‘पारा’ हा ‘घन’ पदार्थ आहे असें म्हणूं नये, तर तो घट्ट द्रव आहे, असें म्हटलें पाहिजे; व ईथर हा विरळ आहे, असें म्हणण्यापेक्षां पातळ द्रव आहे असें ह्मणणें बरें. अणूंची मांडणी दाखवायाची असल्यास, अणूंमधील अंतराच्या प्रमाणावरून ते दाट किंवा विरल आहेत असें म्हणावें. उदाहरणार्थ द्रवांचे अणु दाट असतात, वायूंचे विरल असतात.

पृ. ५८, ओ. ६.

“ वास्तविकपणें पाहतां तीं (गुरुत्वाकर्षण आणि स्नेहाकर्षण) एकच आहेत.” हें म्हणणें खरें नाहीं. स्नेहाकर्षण हें गुरुत्वाकर्षणाहून अगदीं

निराळें आहे. कारण गुरुत्वाकर्षण हा पदार्थांचा पूर्णपणें व्यापक गण आहे. सृष्टींतील प्रत्येक परमाणु विश्वांतील हरएक परमाणूस आकर्षण करितो. हें आकर्षण दोन परमाणूंच्या अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणांत असतें; त्यामुळें अंतर कमी जास्त केल्यानें आकर्षण जास्त कमी होतें, परंतु तें नाहीच असें कदापि होत नाहीं, व कालभेदानें किंवा स्थितिभेदानें किंवा कोणत्याही अन्य कारणानें त्याचें प्रमाण वाढत नाहीं किंवा त्याचा विघात होत नाहीं. हें असें व्यापक आकर्षण निराळें, व स्नेहाकर्षण, रसायनाकर्षण, चुंबकाकर्षण इत्यादि औपाधिक आकर्षणें निराळीं. ग्रंथांत सांगितल्याप्रमाणें स्नेहाकर्षण हें अत्यल्प अंतरावर मात्र आपला जोर करितें. उष्णतेनें किंवा रसायनव्यापारांनीं त्याच्या जोरांत फरक पडतो; व तें आकर्षण सजातीय अणूंमध्यें मात्र असतें; भिन्न जातीच्या अणूंत असत नाहीं. सजातीय अणूंचे पुंज होऊन त्यांस जें दार्ढ्य येतें, किंवा विशेष आकृति येतात, त्या स्नेहाकर्षणाचा परिणाम होत. घन आणि द्रव अवस्थांत तें चांगलें दिसतें, वायुस्थितींत त्याचा बहुतेक लोप होतो. यापैकीं कोणती एकही गोष्ट गुरुत्वाकर्षणास लागू नाहीं. व तें स्नेहाकर्षणाहून निराळ्या जातीचेंच आकर्षण होय.

सर्व प्रकारचीं आकर्षणें (व तशींच प्रतिसारणें) यांविषयीं एक गोष्ट विशेषें करून लक्षांत ठेविली पाहिजे, म्हणजे पुष्कळ गैरसमज दूर होतील. ती अशी कीं आकर्षण (व तसेंच प्रतिसारण) हें परस्परसापेक्ष आहे. ह्मणजे जेव्हां आपण एक पदार्थ दुसऱ्याचें आकर्षण करितो ह्मणून म्हणतों, तेव्हां तो दुसऱ्याकडून स्वतः आकर्षिला जातो, असाही आपल्या बोलण्याचा भाव असतो. एक आकर्षक व दुसरा केवळ आकृष्ट, असें कधींही नसतें. वास्तविक पाहतां, अमुक अमुक दोन पदार्थ परस्परांचें आकर्षण करितात असें आपण म्हटलें पाहिजे. इतकेंच नव्हे तर जेवढ्या जोरानें एक दुसऱ्यास ओढतो, तेवढ्याच जोरानें दुसराही पहिल्यास ओढतो; म्हणजे सारख्याच जोरानें दोन्ही पदार्थ एकमेकांकडे ओढ घेतात. उदाहरणार्थ, आधार सुटलेला धोंडा पृथ्वीचें आकर्षण करितो. तीही त्याचें करिते. परस्परांस ओढण्याचा त्यांचा जोरही सारखाच असतो जोराचा परिणाम गति उत्पन्न करणें हा होय. परंतु तोच जोर धोंड्यावर लागू होतांच त्यास दृश्य गति देतो; पृथ्वीवर लागू झाला तरी तीस आप-

णांस कळेल इतकी गति त्याच्यानें देववत नाहीं; म्हणून पृथ्वी स्थिर राहिलेली दिसते. जसें, आपण मोठ्या इमारतीच्या खांबास दोरी बांधून ओढूं लागलों तर आपल्या ओढीनें खांब हालत नाहीं, दोरी खेचूं लागतांच आपण खांबाकडे जातों. याकरितां पृथ्वीमध्यें आकर्षण शक्ति आहे इत्यादि वाक्यांचा एकपक्षीय अर्थ करितां कामां नये. तसेंच लोहचुंबकांत लोखंडाचें आकर्षण करण्याची शक्ति आहे, असें म्हटलें असतां लोखंडांतही तीच शक्ति आहे असें समजावें. लोहचुंबक मोठा व लोखंड थोडें असें असल्यास लोखंड चुंबकाकडे जातें, व लोखंडाची चीप मोठी च चुंबक लहान असल्यास तो लोखंडाकडे जातो; तात्पर्य परस्परांमध्यें आकर्षण शक्ति असते, एकांतच ती असूं शकत नाहीं. न्यूटनच्या गतिविषयक तिसऱ्या सिद्धांताअन्वयें वरील गोष्टी सिद्ध होतात.

वरील गोष्टी आणखी स्पष्ट समजण्याकरितां एक उदाहरण घेऊं. अ आणि ब यांमध्यें परस्पराकर्षण आहे. त्यांपैकीं अमध्यें १००० परमाणु आहेत व बमध्यें कायते १० आहेत असें समजूं. एका परमाणूचें एकाच परमाणूवर जें आकर्षण होतें त्यानें ज इतका जोर उत्पन्न होतो असें गृहीत करूं, मग अ आणि ब यांमधील आकर्षणाचा जोर किती? जर ब मध्यें एकच परमाणु असता, तर अ आणि ब यामध्यें १००० ज इतकें आकर्षण उत्पन्न झालें असतें; परंतु ब मध्यें १० परमाणु आहेत म्हणून अ आणि ब यांमध्यें १०००० ज इतकें आकर्षण उत्पन्न होईल; म्हणजे अ १००० ज जोरानें ब स ओढील, व ब १० ज जोरानें अस ओढील असा अर्थ नाहीं; तर अ १०००० ज जोरानें बस ओढील व ब १०००० ज जोरानें अस ओढील. प्रत्येकाच्या आकर्षणाचा जोर उभयतांच्या परमाणु संख्येच्या गुणाकारा एवढा होईल. आतां या जोरामुळें गति उत्पन्न होईल; व सारख्या जोरानें सारखी गति उत्पन्न झाली पाहिजे. गति जी मोजावयाची ती परमाणुसंख्येच्या व स्थलांतराच्या गुणाकारानें मोजतात. या गुणाकारास 'गतिमान' असें म्हणतात. आतां १०००० ज जोरामुळें बचे १० परमाणु एक इंच चालले असें समजूं, म्हणजे गतिमान १० (परमाणु×इंच) झालें. तोच १०००० ज जोर अ मध्येंही

इतकेंच गतिमान उत्पन्न करील. म्हणजे अ चे १०००० परमाणु $\frac{१}{१०००}$ इंचा इतकें चलन पावतील कारण $१००००\times\frac{१}{१०००}=१०$ गतिमान. याप्रमाणें जोर सारखाच असतां, चलनांत भेद होतो. दगड आणि पृथ्वी यांमध्यें परस्पराकर्षणानें गति उत्पन्न झाल्यास, दगड चलित झालेला कां दिसतो, व पृथ्वी अचल राहिलेली कां दिसतें, तें वरच्याप्रमाणें उभयतांची परमाणु संख्या लक्षांत घेतली म्हणजे स्पष्ट होईल. पृथ्वीचें आकर्षण मोठें व दगडाचें कमी असें म्हणणें बरावर नाहीं. विवक्षित दोन पदार्थांमधील आकर्षण, दुसऱ्या दोन पदार्थांमधील आकर्षणापेक्षां मोठें आहे असें म्हणणें रास्त होईल; व जेव्हां प्रचारांत पृथ्वीचें आकर्षण असें आपण म्हणतों, तेव्हां पृथ्वी व पृष्ठावरील पदार्थ यां मधील परस्पराकर्षण, असा त्या म्हणण्याचा अर्थ असतो; तसेंच सूर्याचें आकर्षण, म्हणजे सूर्य आणि ग्रह यांमधील परस्पराकर्षण असें म्हणणाराचा भाव असतो. सूर्यापेक्षां चंद्रांवर पृथ्वीचें आकर्षण मोठें आहे असें म्हटलें म्हणजे सूर्यचंद्रांमधील परस्पराकर्षणापेक्षां भूचंद्रांमधील परस्पराकर्षण मोठें आहे असें समजावें.

अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणानें आकर्षण कमी होतें असें पूर्वी सांगितलें, म्ह० अंतर दुप्पट झालें कीं आकर्षण चतुर्थांश होतें. असें आहे म्हणूनच निराधार दगड पृथ्वीकडे ओढला जातो, सूर्याकडे जात नाहीं; कारण सूर्य पृथ्वीहून तीन लक्षपट मोठा आहे. त्यामुळें त्याचें आकर्षण तीन लक्षपट होतें खरें, परंतु तो फार दूर या कारणानें तें अंतर सुमोर पन्नास कोटिपटीनें कमी होतें, म्हणजे सरासरीनें पहातां पृथ्वीवरील पदार्थांवर जें खुद्द पृथ्वीचें आकर्षण आहे त्याच्या $\frac{१}{२०००}$ सूर्याचें आकर्षण होतें.

भूपृष्ठावरील डोंगर वगैरे स्थूल पदार्थांचें इतर लहान पदार्थांवर होणारें आकर्षण पृथ्वीच्या आकर्षणाशीं ताडून पहातांना, त्यांच्या उभयतांच्या प्रकृत्यंशांचा व तसाच अंतरांचा विचार केला पाहिजे. डोंगराच्या उंच कड्यावरून खालीं सोडलेल्या दगडास डोंगर कां आपणांकडे ओढून घेत नाहीं, असा कोणी प्रश्न करितात. त्यांस उत्तर असें कीं, दगडावरील

पृथ्वीचें आकर्षण क्षणभर बंद होईल तर त्यास डोंगर आपलेकडे ओढून घेईल. परंतु दगड निराधार होतांच त्यास पृथ्वीही ओढिते व डोंगरही ओढतो. हे दोन जोर त्यावर एकदम लागल्यानें तो धड भूमध्याकडे जात नाहीं किंवा डोंगराच्या मध्याकडे जात नाहीं, मधल्या एका दिशेनें जातो. व डोंगराचें आकर्षण पृथ्वीहून फार थोडें असल्यानें भूमध्याकडे जाणाऱ्या लंबरेषेपासून तो थोडा मात्र डोंगराकडे चळतो; केवळ डोंगराकडे तो कसा जाईल? डोंगराच्या कड्यावरून सोडलेला लांब लंबक याच कारणानें थोडासा डोंगराकडे झुकलेला असतो. पृ. ६०ओ. १९पहा.

पृ० ५९, ओ० ७.

'पदार्थांचे आंगीं जसजसा प्रकृत्यंश जास्ती असतो, त्या मानानें पहिलें (स्नेहाकर्षण) दुसऱ्या (गुरुत्वाकर्षणा) पेक्षां बलवत्तर असतें, इ० " हें सर्व म्हणणें चुकीचें आहे. प्रकृत्यंशांचा व स्नेहाकर्षणाचा अशा प्रकारचा संबंध नाहीं. तांब्याची एक व पोलादाची एक अशा दोन तारा सर्व प्रकारें सारख्या पाहून घेतल्यास, तांब्याच्या तारेपेक्षां पोलादी तारेस तोडण्यास अधिक जोर लागेल, कारण पोलादी तारेंत तांब्याच्या तारेइतकेच प्रकृत्यंश असले तथापि त्यांमध्यें तांब्यापेक्षां स्नेहाकर्षण अधिक जोराचें असतें. पदार्थांचा काठिणपणा त्यांच्या प्रकृत्यंशांच्या संख्येवर अवलंबून नसतो; त्यांमधील स्नेहाकर्षणाच्या भेदावर तो अवलंबून असतो. बर्फ वितळलें म्हणजे आकुंचित होतें. म्हणून एक घनफूट बर्फापेक्षां एक घनफूट पाण्याचें वजन अधिक असतें; ह्म० घनफूट पाण्यांत प्रकृत्यंश अधिक असतात; तथापि पाण्याच्या अणूंमध्यें बर्फाच्या अणूंपेक्षां स्नेहाकर्षण फार कमी असतें.

'इतर पदार्थांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा जोर चालून ते (परमाणु) विस्खळत नाहींत ' हें ह्मणणें चुकीचें आहे. द्रवांचे परमाणु जे ते सांडले असतां विस्खळित होतात, ते इतर पदार्थांच्या गुरुत्वाकर्षणामुळें नव्हे, तर तो पृथ्वीच्याच आकर्षणाचा परिणाम असतो. घन पदार्थांची अगदीं भुकटी केली तर त्यामधील स्नेहाकर्षण बरेंच कमी

केलें जाईल, परंतु अशा तऱ्हेनें सर्व अणु परस्परांपासून सुटत नाहींत; भुकटींतील प्रत्येक कणांत कांहीं अणूंचा पुंज बनलेला असतो, व त्यांस कांहीं विशेष आकृति ही आलेली त्यसते. म्हणून हे अणुपुंज परस्परांवरून भराभर घसरत नाहींत. परंतु पदार्थ वितळवून पातळ केला म्हणजे सर्व अणू परस्परांपासून सुटतात, व ते एकमेकांवरून सुलभपणें घसरतात, म्हणून गुरुत्वाकर्षणाच्या अमलाखालीं पातळ पदार्थ येतांच उंचावरचे अणु खालीं घसरतात, व जेव्हां द्रवाचें पृष्ठ क्षितिजाशीं समपातळींत येतें तेव्हां मात्र द्रव स्थिर होतो.

पृ० ६० ओ० ८.

'चुना व विटा यांमध्यें स्नेहाकर्षण असतें.' चुना व विटा यांमध्यें जो आकर्षणाचा प्रकार दृष्टीस पडतो त्यास स्नेहाकर्षण ह्मणतां येत नाहीं, कारण स्नेहाकर्षण हें सजातीय अणूंमध्यें मात्र असतें. (पृष्ठ ६४चा शेवट पहा.) चुना व विटा हे भिन्न जातीय अणूंचे बनलेले दोन पदार्थ आहेत; त्यांमध्यें जें आकर्षणं आहे त्यास **विषमाकर्षण** असें निराळेंच नांव दिलें पाहिजे. हें आकर्षण जेथें दोन पदार्थांचीं पृष्ठें चिकटलेलीं असतात तेथें दृष्टीस पडतें. गोंदानें जेव्हां आपण कागद चिकटावितों, किंवा सरसानें दोन फळ्या चिकटवितों, तेव्हां या आकर्षणाचा आपण फायदा घेतों. हें आकर्षण क्वचित् प्रसंगीं स्नेहाकर्षणाहून प्रबळ असतें. डिंकानें चिकटविलेले कागद सोडवूं लागल्यास कागदाची जाडी मध्यें चिरली जाते. कागदाचें एक अंग गोंदानें धरलेलें सुटत नाहीं, दुसरें हातीं येतें. पाण्यांत हात घातल्यास ओला होतो, परंतु पाऱ्यांत घातल्यास त्यास पारा चिकटत नाहीं; कारण पारा आणि हात यांमध्यें हें विषमाकर्षण असत नाहीं; उलट विषम-प्रतिसारण असतें. केशाकर्षणाचे सर्व परिणाम उत्पन्न होण्यास विजातील पदार्थांमधील आकर्षण व प्रतिसारण हींच विशेषें करून कारण आहेत.

पृ० ६४, ओ० ४.

ज्या दोन पदार्थांच्या रसायन संयोगानें कोणताही निराळा पदार्थ बनलेला असतो, त्यांस त्या संयुक्त पदार्थाचीं 'घटक द्रव्यें' म्हणतात;

तसेंच पदार्थ फोडून त्याचे तुकडे केल्यास ते त्याचे घटक भाग किंवा अवयव होत. याप्रमाणें घटक द्रव्यें आणि घटक भाग यांमध्यें मोठें अंतर आहे. 'संधायक अवयव' ही संज्ञा फारशी योग्य नसल्यानें रूढ झालेली नाहीं. अनेक पदार्थांचे विभाग करून ते नुसते एकमेकांत मिसळून दिल्यास त्यांपासून केवळ 'मिश्र' पदार्थ उत्पन्न होतात. तेच रसायन-रीत्या संयोग पावतात तेव्हां त्यांपासून **संयुक्त** पदार्थ बनतात.

पृ. ७८ ओळ २०.

पृ. ६३ मध्यें ज्यांस मूलतत्व असें म्हटलें आहे त्यांसच येथें शुद्ध तत्व असें म्हटलें आहे. या पदार्थांची संख्या सुमारें ८० पर्यंत गेलेली आहे; परंतु त्यांपैकीं कांहीं फार दुर्मिळ आहेत, व व्यवहारांत त्यांचा मुळींच उपयोग होऊं शकत नाहीं.

" प्रकाश, उष्णता, वीज व लोहचुंबकत्व, या चोहोंचा शुद्धपदार्थांत संग्रह करितात." ही स्थिति ५० वर्षांपूर्वी होती, परंतु हल्लीं ती राहिली नाहीं. उष्णता जेव्हां जड पदार्थांत असते, तेव्हां ती गतिरूप असते. म्हणजे आंदोलनाच्या जातीची जी एक गति अणूंमध्यें असते तिचें नांव उष्णता हें होय. स्थूल पदार्थांच्या भोंवतीं व फटींत आणि छिद्रांत जशी हवा भरलेली असते व तिचें त्यां भोंवतीं आवरण असतें, त्या प्रमाणेंच सर्व पदार्थांच्या अणूंच्या व परमाणूंच्या भोंवतीं आष्ट्र नामक एका अत्यंत विरळ द्रव्याचें आवरण असतें. हवेहून लक्षावधिपट हलकें व विरल परंतु अत्यंत स्थितिस्थापक, अशा द्रव्याची कल्पना केल्यास आष्ट्राच्या स्वरूपाची कांहींशीं कल्पना मनांत येईल. सर्व विश्व आष्ट्रानें भरलेलें आहे; पूर्वीच्या तत्ववेत्त्यांनीं आकाश म्हणून जो व्यापक पदार्थ कल्पिला तोच आष्ट्र होय, (आष्ट्र शब्दाचा अर्थ आकाश असाच आहे,) परंतु त्याच्या गुणांब-द्दलच्या हल्लींच्या ज्या निराळ्या कल्पना आहेत, त्यांचा निर्दोष उल्लेख करितां यावा म्हणून आष्ट्र हा निराळा शब्द योजिला आहे. यास इंग्र-जींत प्रकाशवाहक 'ईथर' असें म्हणतात.

ज्याप्रमाणें स्थूल पदार्थ कंपित झाले म्हणजे त्यां भोंवतींची हवाहि कंपित होते, व कंपाच्या लाटा वातावरणांतून सर्व सभोंवार पसरतात. आणि ध्वनि उत्पन्न होतो त्याप्रमाणेंच पदार्थांचे अणु किंवा परमाणु उष्णतारूपानें कंपित झाले म्हणजे त्यां भोंवतींचा आष्ट्र कंपित होतो; व त्या कंपाच्या लाटा आष्ट्रावरणांतून सर्व सभोंवार पसरतात. या आष्ट्रलहरींसच किरण ही संज्ञा आहे. सतारीच्या तारेचा कंप जितक्या जलद होतो, तितका तिजपासून उत्पन्न होणारा स्वरही अधिक उंच किंवा तीव्र असतो, त्याप्रमाणेंच अणूंचा कंप जितका जलद असेल, तितके त्यापासून उत्पन्न होणारे किरण अधिक तीव्र असतात. आष्ट्रावरणांत सर्व पदार्थ आपआपल्या उष्णतेच्या मानानें कमी अधिक तीव्र किरण उत्पन्न करितात, व ते सर्व त्यांपासून भोंवताली पसरत असतात. पदार्थांतील उष्णता क्रमानें वाढवीत गेल्यास, त्याचे किरणही अधिकाधिक तीव्र होऊन त्यांचा शेक अधिकाधिक लागतो. उष्णतेची तीव्रता वाढतां वाढतां पदार्थ लाल होतो, तेव्हां त्यापासून निघालेले किरण केवळ त्वचेसच नव्हे, तर डोळ्यांसही जाणतां येतात. व मग उष्णपदार्थापासून प्रकाश किरण निघाले असें आपण ह्मणतों. पुढें पदार्थाचें उष्णमान आणखी वाढविलें ह्मणजे तो शुभ्रवर्ण दिसूं लागतो, या वेळीं त्यापासून सर्व रंगाचे किरण उत्पन्न होत असतात, व त्यांच्या एकवटण्यानें पांढरा रंग उत्पन्न होतो.

जसें स्वरांमध्यें एक सप्तक फार खालीं व एक फार उंच असतें, त्याप्रमाणेंच उष्णतेचे किरण हे खालच्या सप्तकाचे होत व प्रकाशाचे वरच्या सप्तकांतील होत, याशिवाय त्यांमध्यें दुसरा भेद नाहीं. अणूंचा कंप याहूनही अधिक तीव्र झाला म्हणजे, प्रकाशकिरणांहूनही तीव्र असे किरण आष्ट्रांत उत्पन्न होऊं लागतात. म्हणजे ते त्वचेनें किंवा नेत्रांनीं ग्रहण करितां येत नाहींत, ते ग्रहण करण्याचें आपणास इंद्रियच नाहीं; त्यांचें अस्तित्व त्यांच्या कित्येक रसायन व्यापारांवरून मात्र समजून येतें. हल्लीं जे अत्यंत तीव्र किरण सांपडले आहेत, ते लांकूड, भिंती, त्वचा, मांस वगैरे मधून पार जातात, परंतु धातूंचे पत्रे व हाडें यांनीं कांहींसे अडतात; व त्या-

मुळें त्यांच्या साहाय्यानें माणसाच्या शरीरांत झांकलेल्या हाडांच्या सांगाड्याचा फोटोग्राफ घेतां येतो. याप्रमाणें उत्तरोत्तर अधिक तीव्र होणाऱ्या किरणांची किंवा आष्ट्रूलहरींची गोष्ट झाली. आतां, उष्णतेच्या कंपाहून जो अधिक स्थूल कंप, ज्याच्या लाटा पाण्याच्या लाटांप्रमाणें लहानमोठ्या परिमाणाच्या असतात त्या प्रकारच्या लाटा आष्ट्रावरणांत उत्पन्न झाल्यानें वीज उत्पन्न होते; व चुंबकाकर्षणाचे परिणाम दिसतात. या गोष्टीचा यांत्रिकरीत्या फायदा घेऊन हल्लीं केवळ विजेच्या लाटा आष्ट्रावरणांतून पाठवून, तारांवाचून तारायंत्र चालविण्याची युक्ति निघाली आहे. या सर्व गोष्टी ध्यानांत आणिल्यास, उष्णता, प्रकाश, वीज, व लोहचुंबकत्व, हे सर्व गतीचे प्रकार आहेत असें सिद्ध होतें. ही गति अणूंस व परमाणूंस प्राप्त होते, व ती आष्ट्रावरणांतून सर्व सभोंवार लहरीरूपानें पसरते. त्या लहरींच्या प्रकारांस उष्ण किरण, प्रकाश किरण, विद्युत्किरण, इत्यादि संज्ञा आहेत. उष्णता, प्रकाश, इत्यादींस वजन नाहीं याचें कारण हीं सर्व पदार्थरूप नाहींत तर गतीचे प्रकार आहेत. आष्ट्रावरणांतून उष्णता, प्रकाश, विद्युत्, इत्यादि प्रकारच्या सर्व पदार्थांपासून उत्पन्न झालेल्या लाटा एक समयावच्छेदेंकरून सदोदित जात असतात, तेव्हां त्याची स्थिति कशी असेल याविषयीं कल्पना करणेंही कठीण आहे; परंतु कांहीं थोड्या अंशानें ती कल्पना येण्यास मोठ्या तलावावर लहान मोठ्या गारा व थेंब यांची वृष्टि होत असतां त्याच्या पृष्ठप्रदेशाची अनेकविध लाटांनीं कशी स्थिति होते, ती डोळ्यापुढें आणावी. मग त्या प्रदेशाहूनही अधिक चलन आष्ट्रांत निरंतर होतें, हें मनांत आणिल्यास या सृष्ट चमत्कारानें मन अगदीं थक्क होऊन जाईल.

पृ० ८०, ओ० ७.

हल्लीं रसायनवेत्ते मूलतत्वांचे दोन विभाग कल्पितात, एक धातुरूप मूलतत्वें किंवा धातु, व दुसरा अधातुरूप मूलतत्वें किंवा अधातु. धातु व अधातु यांमध्यें जो भेद आहे, तो कांहीं मूलतत्वांत मात्र चांगला ध्यानांत येतो व कांहींत तसा स्पष्ट नसतो; व कित्येक मूलतत्वें कांहीं प्रसंगीं धातूंसारखीं वागतात व कांहीं निराळ्या प्रसंगीं अधातूंसारखीं वागतात. रुपें व गंधक हीं दोन मूलतत्वें घेतल्यास रुप्यांत धातूंचे गुण पूर्णत्वानें दिसतात, गंधकांत अधातूंचे तसेच दिसतात. हे धातूंचे गुण ग्रंथांत

पृ० ३० व ८९ मध्यें सांगितले आहेत. धातूंस एक प्रकारचा चकचकितपणा असतो, तसा अधातूंस नसतो. रुप्याचे व गंधकाचें कण घेऊन पाहिल्यास ही गोष्ट तेंव्हांच लक्षांत येईल. धातु बहुधा अपारदर्शक असतात, तथापि त्यांचे फारच पातळ वर्ख केले तर त्यांतून थोडा प्रकाश पार जातो. अधातु स्फटिकमय किंवा वायुरूप असतात. धातूंच्या अंगीं उष्णवाहकता असते ती अधातूंत फार कमी दिसते. विजेनें पृथक्करण करूं लागल्यास धातु एका बाजूस वळतात व अधातु दुसऱ्या बाजूस वळतात. इत्यादि प्रकारचे या दोन वर्गांत स्थूल भेद आहेत. सोमल, सुर्मा, वगैरे मध्यें ज्या धातु आहेत त्या आणि लोखंड, शिसें, वगैरे या धातु केव्हां धातूंप्रमाणें व केव्हां अधातुप्रमाणें रासायनिक क्रिया करितात. असो, हा भेद आतां फारसा महत्वाचा मानीत नाहींत; तथापि तो राखण्याचें जें प्रयोजन आहे तें असें कीं सामान्यतः या वर्गीकरणापासून कोणत्या मूलतत्वापासून कसे संयुक्त पदार्थ तयार होतील याविषयीं आधीं अंदाज होतो. शिवाय असें दृष्टीस पडतें कीं धातूंमध्यें किंवा अधातूंमध्यें आपआपसांत जें रसायनाकर्षण आहे त्यापेक्षां धातु व अधातु यांमध्यें विशेष जोराचें आकर्षण असतें; व आक्सिजन आणि हैड्रोजन यांशीं अधातु संयुक्त झाल्या असतां जशीं आसिडें तयार होतात, तशीं त्यांशीं धातु संयुक्त झाल्यानें होत नाहींत.

पृ० ८०, ओ० १३.

'साधारण वायु' ही संज्ञा येथें हवेस दिलेली आहे. दोन पदार्थांच्या संयोगानें जेथें उष्णता व प्रकाश उत्पन्न होतात, तेथें दहन होतें असें आपण ह्मणतों. आक्सिजन खेरीज क्लोरीन, गंधक वगैरे मध्येंही कित्येक पदार्थांचें दहन होतें.

पृ. ८१, ओ. १.

या ठिकाणीं ग्रंथांतील वाक्यांत उष्णता हा एक पदार्थ समजून, सर्व मूलतत्वें संयुक्त पदार्थ आहेत असें दाखविण्याचा प्रयत्न आहे; ही समजूत पूर्वीच्या टिपा वाचून आतां दूर झालीच असेल.

या पृष्ठांत 'स्थितिस्थापकता' हा शब्द योग्य अर्थानें योजलेला नाहीं. वायूंच्या संबंधानें स्थितिस्थापकता हा शब्द योजण्यांत ग्रंथकाराच्या मनांत जो अर्थ असावा तो हा कीं सर्व दिशांनीं दाब उत्पन्न करण्याची

शक्ति. परंतु हा त्या शब्दाचा खरा अर्थ नव्हे. स्थितिस्थापकता हा गुण कमी जास्ती प्रमाणानें सर्व पदार्थांत सांसिद्धिक आहे. पदार्थाच्या अणुरचनेंत किंवा आकारांत जोरानें फेरफार केल्यास तो जोर नाहींसा होतांच पुनः पूर्व स्थितीस येण्याचा जो पदार्थमात्रांचा धर्म त्यास स्थितिस्थापकता म्हणतात. लोखंडाची कांब थोडी वाकविल्यास ती पुनः सरळ होते; रबरी चेंडू दाबल्यास तो पुनः आपला पूर्व आकार धारण करितो; पाणी किंवा हवा मोठ्या दाबानें आकुंचित केल्यास, दाब काढतांच त्यांचें आकारमान पूर्ववत् होतें. याप्रमाणें हा गुण सर्व पदार्थांत आहे, मग ते प्रवाही असोत वा अप्रवाही असोत. आतां स्थितिस्थापकतेचा जो जोर तो मोजण्याचे मात्र दोन प्रकार आहेत. थोड्या जोरानें ज्यांचे आकार बदलतात, व जोर नाहींसा होतांच जे पूर्ववत् होतात, त्यांच्या अंगीं स्थितिस्थापकता फार असें कोणी म्हणतात. उदाहरणार्थ वायूंची जी स्थितिस्थापकता आहे ती या जातीची आहे. रबराचीही तशीच आहे. थोडा जोर लावून ओढल्यास तें लांब होतें, सोडतांच पहिल्यासारखें होतें. पाणी व द्रवरूप इतर पदार्थ यांमध्यें असली स्थितिस्थापकता नाहीं. परंतु दुसऱ्या प्रकारें पाहतां पोलाद, पाणी वगैरेमध्यें जसा स्थितिस्थापकतेचा जोर दिसतो तसा तो वायूंत नसतो. कारण पोलाद वगैरे मध्यें अणुरचना बदलूं न देण्याची मोठी शक्ति आहे, व ती मोठ्या जोरानें बदललीच तर पूर्व स्थितीस येतांना त्यांमध्यें तसाच मोठा जोर उत्पन्न होतो. अणुरचना किंवा आकार बदलूं लागल्यास, पोलाद किंवा पाणी यांप्रमाणें, वायु मोठा विरोध करीत नाहींत. त्यामुळें थोड्याच जोरानें त्यांची स्थिति बदलते; व थोड्याच जोरानें ती त्यांस परत येते. असो.

वाफ आणि वायु यांमध्यें पूर्वीं जो भेद मानीत असत तो आतां उरला नाहीं. कारण सर्व वायु हल्लीं दाबानें व थंडीनें द्रवरूप करितां येऊं लागले आहेत; इतकेंच नव्हे तर त्यांस घनरूपही देतां येतें. तेव्हां 'त्यांचा स्थितिस्थापकपणा कधींही नाहींसा होत नाहीं' असें ग्रंथांत ज्या अर्थानें म्हटलें आहे, त्या अर्थानें तें म्हणणें खरें नाहीं. सर्व वायु वाफाच होत, इतकेंच कीं ज्या द्रवांच्या त्या वाफा आहेत ते द्रव अतिशयित थंडी उत्पन्न करावी तेव्हां मात्र उत्पन्न होतात.

हल्लीं प्रयोगावरून असें दिसून आलें आहे कीं प्रत्येक पदार्थास जी द्रवरूप स्थिति आणितां येते ती कांहीं निश्चित उष्णमानाच्या मर्यादेप-लीकडे मुळींच आणितां येत नाहीं. उदाहरणार्थ कार्बानिक आसीड वायुस, ९० अंश फारन्हीटच्या वर त्याचें उष्णमान असल्यास, मुळींच द्रवरूप करितां येत नाहीं. तसेंच पाण्याच्या वाफेचे ८०० अंश फा. वर उष्णमान असतां ती कधींच द्रवरूप होऊं शकत नाहीं. प्रत्येक पदार्थाच्या द्रवोत्पत्तींचें जें याप्रकारचें सीमात्मक उष्णमान, त्या पलीकडे तो पदार्थ असला ह्मणजे तो वायुरूप होय; त्या अलीकडे अ-सल्यास बाष्परूप होय. याप्रमाणें हल्लीं वाफ व वायु यांमधील भेद आहे.

पृ० ८२ ओ० २०.

ह्या सर्व कलमांत रासायनिक संयोग व केवळ मिश्रण यांचा घोंटाळा केला आहे याकरितां संयोग व मिश्रण यांतील भेद येथें सांगितल्यास योग्य होईल. (१)जेव्हां दोन पदार्थांचा संयोग होतो, तेव्हां त्यांचीं प्रमाणें निश्चित असतात व संयुक्त अणूंची रचना सर्वत्र सारखी असते. कोठें एक पदार्थ अधिक व कोठें दुसरा अधिक, असें संयुक्त पदार्थांत सांपडायाचें नाहीं. (२)तसेंच दोन पदार्थांचा जेव्हां रासायनिक संयोग होतो तेव्हां, त्या संयो-गापासून उष्णता उत्पन्न होते, व त्यांचा वियोग करणें झाल्यास तितकीच उष्णता खर्चीं पडते.(३) शिवाय ज्या पदार्थांचा संयोग रसायनरीत्या होतो, त्यांचें पृथक्करण रसायनरीत्याच व्हावें लागतें, आणि(४) रसायन संयोगानें उत्पन्न झालेल्या पदार्थाचे गुण व मूळ घटक द्रव्यांचे गुण हे परस्पर फार भिन्न असतात. या गोष्टी मिश्रणास लागू नाहींत. मिश्र पदार्थांचीं घटक द्रव्यें पाहिजे त्या प्रमाणानें घेतां येतात; तीं मिसळलीं तर कोठें एक द्रव्य अधिक व कोठें दुसरें अधिक असें व्हावयाचेंच व त्या मिश्र-णानें उष्णताही उत्पन्न होत नाहीं; मिश्रणाचें पृथक्करण यांत्रिक रीत्या होऊं शकतें; मिश्रपदार्थ सूक्ष्मदर्शकानें पाहिल्यास त्यांचीं द्रव्यें बहुधा निरनिराळीं दिसतात; व घटकद्रव्यांच्या प्रमाणास अनुसरून त्यांचेच गुण मिश्र पदार्थांत आलेले असतात. उदाहरणार्थ लोखंडाचा कीस घेऊन तो गंधकाच्या पुडीशीं नुसता मिश्र केला असतां या सर्व गोष्टी अनुभवास येतील. परंतु ७ भाग लोखंडाचा कीस व ४ भाग गंधकाची पूड चां-

गळी मिसळून लाल मुशींत टाकिल्यास, त्यांचा रासायनिक संयोग होईल; त्या संयोगाचे वेळीं त्यांपासून अधिकच तीव्र उष्णता उत्पन्न होऊन तीं द्रव्यें जळतांना दिसतील; व मग थंड झाल्यावर जो संयुक्त पदार्थ मिळेल त्याचे गुण लोखंड व गंधक यांहून अगदींच निराळे आहेत असें दिसून येईल.

हवा हें आक्सिजन व हैद्रोजन यांचें मिश्रण आहें. म्हणून त्यांत जे आक्सिजनचे गुण तेही कायम आहेत व जे नैट्रोजनचे तेही कायम आहेत. आक्सिजन व नैट्रोजन यांचें हवेंतील प्रमाण स्थूलपणें पाहिलें तर तें सर्वत्र सारखें दिसतें, परंतु सूक्ष्मपणें पाहिल्यास कोठें आक्सिजन थोडा अधिक, कोठें नैट्रोजन थोडा अधिक, असें आढळतें; रसायन संयोगांत असा फेर होऊं शकणार नाहीं. शिवाय यांत्रिक रीत्या आक्सिजन व नैट्रोजन यांचें अंशतः पृथक्करण करितां येतें. हवेंत नैट्रोजन ठेविला आहे तो आक्सिजनची दाहक्रिया मंद करण्याकरितां आहे. जर आक्सि-जन वाढवीत गेलें तर दाहक्रिया अधिकाधिक जोरानें होईल इतकेंच नव्हे, तर आपल्या श्वासोच्छ्वासापासूनही शरीरांत अधिक उष्णता उत्पन्न होईल व रक्त अधिक जळेल. परंतु जर आक्सिजन व नैट्रोजन यांच्या संयोगापासून हवा उत्पन्न झाली असती, तर तींत आक्सिजनचे गुण मुळींच न राहते, व श्वासोच्छ्वासास तिचा उपयोग न घडता. आतां या दोन वायूंचें जें मिश्रण आहे, त्यास उष्णता वगैरे लागून त्यांचा रसायन संयोग कां होत नाहीं? याचें कारण असें कीं आक्सिजन व नैट्रोजन यांचा संयोग होण्यास फार तीव्र उष्णमान लागतें, व कोठें तो संयोग होऊं लागल्यास त्याचा आपोआप प्रसार होऊं शकत नाहीं. या कार-णानें जेव्हां ढगांत विजा पडतात, तेव्हां विजेच्या मार्गावर जरी थोडा उभयता वायूंचा संयोग झाला, तरी तो सर्वत्र होण्याची मुळीं शक्यताच नसते; म्हणूनच सजीव सृष्टि सुरक्षितपणें जगांत नांदत आहे.

पृ० ८७, ओ० २१.

" त्या दोन्ही (प्रेरणा) एक काळीं चालू आहेत, व दोन्ही एक सारख्या आहेत, वर्धमान किंवा क्षीयमाण नाहींत, म्हणून ते ग्रह वर्तुल-कल्प कक्षांत फिरतात. " ग्रहांच्या कक्षा दीर्घ वर्तुलाकार ह्मणजे 'इलि-

प्स'च्या जातीच्या आहेत. दीर्घ वर्तुळांस दोन केंद्र असतात, व एका केंद्रांत सूर्य असतो. त्यामुळें ग्रह कक्षेच्या एका भागांत असतां सूर्याच्या जवळ येतात, व दुसऱ्या एका भागांत सूर्यापासून दूर जातात. कक्षेस स्पर्श रेषेनें जाण्याजी जी ग्रहांची एक प्रेरणा ती मात्र निरंतर सारखी असते, तीस मध्योत्सारिणी प्रेरणा म्हणतात; परंतु सूर्याच्या आकर्षणानें उत्पन्न होणारी जी प्रेरणा (मध्यानुसारी), तिचें प्रमाण नित्य बदलत असतें. जेव्हां ग्रह सूर्याच्या अगदीं जवळ असतात, तेव्हां त्याच्या आकर्षणाचा जोर जास्त होतो, व म्हणून मध्यानुसारी प्रेरणा वाढते; पुढें ग्रह सूर्यापासून जसजसे दूर जातात त्याप्रमाणें त्याच्या आकर्षणाचा जोर कमी होत जातो, म्हणजे मध्यानुसारी प्रेरणा कमी होत जाते. सूर्यापासून कक्षेचा जो अतिदूरवर्ती भाग तेथें जाऊन पोहोंचल्यावर ग्रह पुनः सूर्याच्या जवळ जवळ येऊं लागतात, व मध्यानुसारी प्रेरणा वाढते. याप्रमाणें मध्योत्सारिणी प्रेरणा एकसारखी राहून, मध्यानुसारी प्रेरणा वर्धमान व क्षीयमाण असते, म्हणूनच ग्रहांच्या कक्षा दीर्घ वर्तुलाकार आहेत. वर्तुळ नाहींत.

ओळ २४ मध्यें चालकत्व ही संज्ञा ज्या अर्थीं योजिली आहे तो अर्थ हल्लीं 'गतिमान' (म्हणजे गतीचें प्रमाण) या शब्दानें दाखवितात पदार्थावर कोणत्याही जोराची जी क्रिया होते, ती त्या पदार्थाच्या वजनावर अवलंबून राहते: जर पदार्थ हलका असेल, तर दिलेल्या जोरानें त्यास मोठा वेग येईल, जर तो जड असेल तर थोडा वेग येईल; परंतु वेग आणि वजन यांचा गुणाकार दोन्ही ठिकाणीं सारखाच राहील; व त्यास गतिमान म्हणायाचें. गतिमानानेंच जोर किंवा प्रेरणा मोजायाची. आपणाजवळ कांहीं विवक्षित जोर असतां, त्यापासून जें कार्य किंवा काम होऊं शकतें त्यास आपलें 'सामर्थ्य' म्हणतात. आपण एक मणाच्या धोंड्यास दर सेकंदास एक फुटाचा वेग देऊं शकूं, किंवा एक शेरास ४० फुटांचा वेग देऊं शकूं. या दोन्ही कामांत जोर किंवा गतिमान सारखेंच उत्पन्न होतें. परंतु दोन्ही कामांत एक तफावत पडते; ती अशी कीं एक फुटाच्या मंद वेगानें चालणारा मणाचा धोंडा फारसा मोठा धक्का देणार नाहीं, तोच ४० फुटाच्या जोरानें चालणाऱ्या शेराच्या धोंडयाचा धक्का आपणांस सहन होणार नाहीं. यावरून असें सिद्ध होतें कीं वजन

मोठें करण्यापेक्षां वेग मोठा करणें हें अनेक प्रसंगीं अधिक फायद्याचें असतें. या जातीचीं उदाहरणें या कलमांत दिलेलीं आहेत.

पृ० ९०, ओ० १२.

“ पदार्थ पडतांना गुरुत्वमध्य प्रथमतः खालीं येतो. ” ही गोष्ट खरी नाहीं. पदार्थ पडूं लागला किंवा चालूं लागला, ह्मणजे त्याचे सर्व भाग आरंभीं सारख्या वेगानें उद्दिष्ट दिशेकडे निघतात; गुरुत्वमध्य पुढें सरसावून बाकीच्या भागांस मागें टाकतो असें घडत नाहीं. परंतु पदार्थास हवेंतून जायाचें असतें; या हवेचा विरोध त्यांस होतो. पदार्थाचे जे भाग चांगले घट्ट असतात, म्हणजे ज्यांमध्यें थोड्या जाग्यांत पुष्कळ वजन असतें, त्यांस हवेचा विरोध कमी होतो; परंतु ज्या भागांचें वजन तेवढेंच किंवा कमी, व त्यामानानें विस्तार मोठा, त्या भागांस हवेचा अधिक विरोध होतो; व त्यांचा वेग कमी होऊन ते मागें पडतात. या कारणानें गोळी पुढें होते व तीस लावलेलीं पिसें मागें राहतात. तिराचें अग्र पुढें राहतें व पिसारा मागें राहतो. एकादा कागद पसरून मग त्यास जरी मोठ्या जोरानें फेंकलें तरी तो दूर जात नाहीं, परंतु त्याचीच चुरगळून घट्ट गोळी केली तर ती लांब फेकतां येते. या गोष्टीचें कारण या दोन प्रयोगांत हवेचा विरोध जास्त व कमी असतो हें होय. वरील कोणत्याही उदाहरणांत गुरुत्व मध्याकडून कोणतेंही कार्य होत नाहीं. भोरा, किंवा तसाच दुसरा एखादा शंकूच्या आकाराचा पदार्थ घेतल्यास त्याचा गुरुत्वमध्य त्याच्या तळाच्या अधिक जवळ असतो, परंतु तो वेगानें फेंकल्यास त्याचें अग्रच पुढें होतें, हा अनुभव पुस्तकांतील विधानाची असत्यता दाखवितो.

पृ० ९३, ओ० ४.

स्वेजची संयोगी भूमि तोडून आतां तेथें जहाजें येण्याजाण्याजोगा रुंद जलमार्ग करण्यांत आला आहे. हें कृत्य लवकर तडीस जाण्याचें कारण संयोगीभूमीची जमीन वालुकामय होती हेंच होय. पनामाची संयोगीभूमि तोडण्याचाही मोठा प्रचंड यत्न करण्यांत आला, परंतु तीं फत्तराची कठीण जमीन, त्यामुळें तो सिद्धीस गेला नाहीं; व तो सिद्धीस नेण्यास जो खर्च लागेल त्या मानानें फायदा होणार नाहीं, असें लक्षांत येऊन त्या प्रयत्नास आतां पुनः कोणी लागणार नाहीं.

पृ० ९३, ओ० २०.

समुद्राचे अलीकडे जे ठाव घेतले आहेत, त्यांमध्यें कित्येक ठिकाणीं दहा मैल दोरी सोडली तरी ठाव लागलेले नाहींत, व हल्लीं महासागराची सरसकट खोली चार मैल असावी असें धरून चालतात. याप्रमाणें दुप्पट खोली समजल्यास एकंदर पाण्याचें गणितही वाढणार आहे.

ड० ९४, ओ० २१.

मराठी क्रमिक सातव्या पुस्तकांतील पृ० २४२, "महासागरांतील जलप्रवाह" हा धडा वाचल्यानें वाचकांस विषय नीट समजेल.

पृष्ठ ९५, ओळ ९.

उष्ण निग्रहणासंबंधानें जमीन आणि पाणी यांमध्यें जो भेद उत्पन्न होतो, तो सातवे पुस्तकांतील पृ. २२० मध्यें स्पष्टपणें सांगितलेला आहे, तेथें पहावा. पाण्याची उष्णवहनाची शक्ति फार कमी आहे हें खरें, तथापि पाणी जमीनी इतकें न तापण्याचें कारण त्याची विशिष्ट उष्णता जमीनीपेक्षां पांचपट आहे, हें एक, व पाण्यापासून वाफ होऊन ती निरंतर हवेंत भरत असते हें दुसरें. पहिल्या कारणामुळें पाणी एकदां तापलें ह्मणजे तें जमीनीप्रमाणें लवकर निवून जात नाहीं. ज्या पदार्थाची वि. उष्णता मोठी, तो तापण्यास व तसाच निवण्यास अधिक वेळ लागतो.

पृ. ९६, ओ. २७—हल्लीं 'ज्वालामुखी पर्वत' असें म्हणण्याचा प्रघात पडला आहे.

पृ. ९७.

पर्वतांपासून होणारे जे फायदे या पृष्ठांत सांगितले आहेत, त्यांपैकीं पर्वत मेघांचे आकर्षण करितात ही गोष्ट फारच संशयात्मक आहे. पर्वताच्या शिखरांवर ढग दिसले म्हणजे ते त्यांनीं आकर्षून आणिले असें नाहीं, तर ते तेथें उत्पन्न होण्याची, किंवा वायुप्रवाहाबरोबर त्यांकडे जाण्याचीं विशेष कारणें असतात. हीं कारणें सातवे पुस्तकांतील 'ढग' याविषयावरील धड्यांत दिलीं आहेत. नदीचा प्रवाह उगमाशीं लहान असून, ती पर्वत सोडून जशी मैदानांत दूर दूर जाते, तसतसें तिचें पात्र मोठें होत

जातें, हें सर्वांस माहीत आहेच. याचें कारण मूळ पर्वतापासून नदीस जो पाण्याचा पुरवठा होतो तो थोडाच असतो, परंतु पुढें उतरत्या मैदानांतून जात असतां तीस क्रमानें जमिनींतून झरे व नाले मिळत असतात, व एकंदरीनें पात्र मोठें होत जातें. डोंगर किंवा पर्वत यांमध्यें महत्वाच्या खनिज पदार्थांच्या खाणी अधिक असतात असें नाहीं, कदाचित् याच्या उलट म्हटल्यास चालेल; व डोंगर हे पृथ्वीचेच उंच भाग, तेव्हां प्राणी व वनस्पति पोसण्याचे जे पृथ्वींचे सामान्य गुण ते त्यांत आहेत, यांत नवल नाहीं. पर्वतांपासून जे विशेष फायदे होतात ते असे कीं ज्या मैदानापासून ते उंच चढून गेलेले असतात, त्या मैदानाहून अधिकाधिक थंड असें हवामान त्यांवर उत्पन्न होतें; व म्हणून जे थंड हवेंतील प्राणी व वनस्पति खालच्या मैदानावर राहूं शकत नाहींत, ते वरील हवेंत राहूं शकतात; व मैदानावरील लोकांस परदेशीं गेल्यावाचून त्यांचा उपयोग होऊं शकतो. विषुवापासून ध्रुवापर्यंत जे हवामानाचे भिन्न प्रकार आहेत ते हिमालय पर्वत चढून जाणारास क्रमानें सर्व लागतात; व त्यामुळें तेथें त्या त्या हवामानास उचित असे प्राणी व वनस्पतिही आढळतात. (सा० पु० पृ० ३३१ पहा.) समुद्राकडून येणाऱ्या वाऱ्यांस चढणीस लावावयाचें आणि थंड करावयाचें व थंड वाऱ्याचे प्रवाह खालच्या मैदानाकडे पाठवायाचे, इत्यादि कांहीं कार्यें पर्वतांकडून जीं होतात, तीं अप्रत्यक्षपणें मनुष्याच्या फारच हिताचीं असतात. मोठमोठ्या जनसमुदायांस मैदानाप्रमाणें पर्वत किंवा डोंगर राहण्यास सोईचा नसतो, त्यामुळें झाडी वाढविण्यास तो विशेष उपयोगी पडतो, व त्या झाडीजंगलापासून पुढें नानाप्रकारचे फायदे होतात; या शिवाय भूगर्भशास्त्रदृष्टयाही डोंगरांपासून कित्येक फायदे होतात, ते वाचकांनीं सातव्या पुस्तकांतील ' भूस्तरविद्ये 'वरील धड्यांत पहावे.

पृ. ९९ ओ. १८ पुढील टीप पहा.

पृ. १०४ ओ. ५.

हवेंतून आक्सिजन वायु घेऊन त्याच्या द्वारें आपली जीवनक्रिया चालविणें, व कार्बानिक आसीड बाहेर टाकणें यास श्वासोच्छ्वास (respiration) असें आपण म्हणतों. ज्याप्रमाणें प्राणिवर्ग ही क्रिया निरंतर

करित असतो त्याप्रमाणें वनस्पतिवर्गही ती क्रिया निरंतर करित असतो; रात्र किंवा दिवस, प्रकाश किंवा अंधकार, यांमुळें वनस्पतिवर्गांत देखील या क्रियेस खळ पडत नाहीं, ती वस्तुतः जीवनक्रियाच होय, व सर्वदा चालू राहिली पाहिजे. परंतु हवेंतून कार्बानिक आसीडवायु शोषून त्याचे पृथक्करण करणें, कार्बनद्रव्य आपल्या अंगीं लावून घेणें व आक्सिजन हवेंत सोडणें, ही क्रिया श्वासोच्छ्वासक्रियेहून निराळी आहे; व तीस वायुपाचन' असें म्हणतां येईल. श्वासोच्छ्वासक्रिया झाडाच्या सर्व सजीव भागांत सर्वदा चाललेली असते, परंतु वायुपाचनाची क्रिया सूर्य प्रकाशाच्या साहाय्यानें दिवसा मात्र घडते व ती घडण्याचें मुख्य ठिकाण पानांची हिरवी बाजू हें होय. पाचनक्रियेचा वेग श्वासोच्छ्वासाहून फार मोठा असतो, त्यामुळें वनस्पतिवर्गाकडून कार्बानिक आसीड वायूच्या पृथक्करणाचेंच कार्य अधिक जारीनें चाललेलें दृष्टीस पडतें.

ओ. २० बीज रुजूं लागलें असतां त्यास जो मोड येतो किंवा त्यांतून जें मूळ निघतें, तें बाहेर पडण्याकरितां डोळ्याशिवाय दुसरें एक निराळें छिद्र असतें.

पृ. ११६, ओ. १०.

वनस्पतींमध्यें द्रवरूपी पदार्थांचें जें सर्वत्र अभिसरण होत असतें, त्याचें मुख्य कारण केशाकर्षण हें नव्हे; तें गौण कारणांपैकीं एक गणितां येईल; मुख्य कारणें जीं तीन चार आहेत तीं जीवनक्रियेच्या रासायनिक व्यापारांवर अवलंबून आहेत. त्यांचें विवेचन येथें थोडक्यांत करितां येण्याजोगें नाहीं.

पृ. १२७, ओ. २३.

या ओळींत '२०००' या संख्येच्या जागीं '१०४०' असें वाचावें.

पृ. १२८. हर्शल हा शनीचे पलीकडील ग्रह होय, त्यास हल्लीं इंग्रजींत युरेनस म्हणतात, व मराठींत ' प्रजापति ' असें कोणीं नांव दिलेलें आहे. सूर्याचें आकारमान पृथ्वीपेक्षां १२ लक्ष पटीनें मोठें आहे, व त्याचें वजन पृथ्वीच्या ३ लक्षपट आहे.

पृ. १२९ ओ. ४.

सातवें पुस्तक, पृ. १३४ पहा. भूगोलाभोंवतीं सूर्यादि इतर मोठ्या पदार्थांनीं फिरणें हें मुळींच गतिशास्त्राच्या नियमांविरुद्ध व म्हणून अशक्य आहे, असें सहज लक्षांत येतें.

पृ० १३४, ओ० ४.

भारमापकांतील पान्याची उंची समुद्रकांठीं सुमारें ३० इंच असतें, व समुद्रपृष्ठाहून जों जों उंच ठिकाणीं जावें तों तों दर ९०० फुटास एक इंच याप्रमाणें ती उंची कमी होत जातें. म्हणून भारमापकानें आपण किती उंच स्थळीं आहों हें स्थूलपणें मोजतां येतें. हवेंत फेरफार झाल्यानें, म्हणजे ती फार रुक्ष किंवा ओली झाल्यानें फार तर $\frac{1}{2}$ इंचाचा भारमापकांत फेर होतो. याहून मोठा फेर होण्यास हवेंत तुफानें वगैरे व्हावीं लागतात.

पृ. १३४ ओळ शेवटची.

सामान्य वायु हा रसायनरीत्या संयुक्त असा पदार्थ नाहीं हें पूर्वी सांगितलेंच आहे, तो केवळ मिश्र पदार्थ आहे. पाणी हा मिश्र पदार्थ नाहीं, तर तो संयुक्त पदार्थ आहे. पृ० ८२ ओ० २ वरील टीप पहा.

पृ. १३६ ओ १२

चांगली आरोग्यकारक हवा आणि वाईट रोगजनक हवा, यांमध्यें आक्सिजनचें प्रमाण बहुधा सारखें नसतें; चांगल्या हवेंत आक्सिजन बहुधा थोडा अधिक प्रमाणानें असतो, इतकेंच नव्हे तर त्याचा कांहीं सूक्ष्म अंश 'ओझोन्' च्या तीव्ररूपानें असतो. आक्सिजनच्या या थोड्याशा अधिक प्रमाणानें हवा विशेष चांगली होते खरी, परंतु त्या तशा हवेंतून आक्सिजन थोडा कमी केल्यानें ती अवश्यपणें खराब होईल असें नाहीं. हवेस खराब करणारीं अनेक द्रव्यें आहेत; त्यांपैकीं कार्बानिक आसीडवायूचें जरासें अधिक प्रमाण हें एक होय; हें केवळ इतर रोगजनक द्रव्यांचें निदर्शक समजल्यास चालेल. कार्बानिक आसीड फाजील उत्पन्न होण्यास उद्भिज व प्राणिज पदार्थांचें कुजणें हेंच पुष्कळ ठिकाणीं कारण असतें. जेथें ते कुजत असतात तेथें हवा ही कुंद व ओलसर असण्याचा संभव असतो; व त्या कुजण्यापासून आमोनिया, सल्फरेटेड हायड्रोजन,

वगैरे दुष्ट वायु उत्पन्न होत असायाचेच; व शिवाय ही कुजण्याची क्रिया सुरू होण्यास व चालू राहण्यास कांहीं अति सूक्ष्म मलजंतूंची आवश्यकता असते. हे मलजंतु (bacilli) भिन्न प्रकारचे असून ते हवेस व पाण्यास दूषित करितात, व त्यांचा जेव्हां मनुष्याचे रक्तांत प्रवेश होतो, तेव्हां जंतूंच्या भिन्न प्रकारास अनुसरून भिन्न रोग उत्पन्न होतात. या प्रमाणें दूषित हवेचा व रोगांचा संबंध आहे. कार्बानिक आसीड, आमानिया, सल्फरेटेड हायड्रोजन वगैरे दुष्ट वायु, व रोगजनक अतिसूक्ष्म मलजंतु, यांचें अस्तित्व हीं क्रमानें हवेस दूषित करणारीं कारणें होत; व अशा दुष्ट द्रव्यांस विखरून टाकणारा हवेचा प्रवाह व त्यांतील आक्सिजन आणि त्याचें तीव्ररूप ओझोन यांचें थोडेंही प्राचुर्य, हीं दूषित हवेस निर्दोष करणारीं सृष्ट साधनें होत.

ओळ शेवटची. पृ. १०४ वरील टीप पहा.

पृ० १३८ ओळ १२.

घनीभवनाचे वेळीं पाण्याचें जें प्रसरण (फूग) होतें त्याचें प्रमाण ' एक तृतीयांश ' इतकें मोठें नाहीं, तें सुमारें एकदशांशा इतकें आहे. म्हणजे १० घन इंच पाण्यापासून सुमारें ११ घन इंच बर्फ होतें.

पृ० १४१ ओळ २४.

' बाहेरच्या आंगून ढापणें आहेत ' हें वाक्य चुकीचें आहे, त्याऐवजीं ' आंतले आंगून पडदे आहेत ' असें वाचावें.

पृ० १४३ ओळ १६.

' महत्व या शब्दानें या ग्रंथांत ' आकारमान किंवा आकाराचें प्रमाण असा अर्थ समजावा. वळें ज्या लाकडांत पूर्वी शिरत नव्हतें त्यांत तें तापविल्यावर सहज शिरतें; असें वाचावें. ग्रंथांतील वाक्य चुकीचें आहे, हें उघड आहे. चाकास जेव्हां धांव बसवितात, तेव्हां ती तापवितात; त्या योगें ती मोठी होऊन सहज चाकांत शिरते, मग तीवर पाणी ओतलें म्हणजे ती थंड होते, व आकुंचित होऊन लांकडी चाकास मोठ्या जोरानें आवळून धरिते. हें उदाहरण सर्वांनीं पाहिलेलेंच असेल.

पृ० १४४ ओळ, ९.

ज्या उष्णमानावर पाण्याचें बर्फ होतें व बर्फाचें पाणी होतें तें उष्णमान (थिजण्याचा बिंदु) व ज्या उष्णमानावर समुद्रपृष्ठाच्या सपाटीवर भारमापकाचा पारा तीस इंचावर असतां पाण्यास कढ येतो तें उष्णमान (कढण्याचा बिंदु) हीं दोन उष्णमानें कायमचीं होत; म्हणजे याच नियमित उष्णमानांवर वरील दोन कार्यें निरंतर सर्वत्र होतात. परंतु हीं उष्णमानें दाखविणारे जे अंश अथवा बिंदु ते ज्या आकड्यांनीं दाखविले जातात ते आंकडे मात्र निरनिराळ्या जातीच्या उष्णमापक यंत्रांवर निरनिराळे असतात. पाण्याचा थिजण्याचा बिंदु अथवा द्रुतिबिंदु फारेन्हीट उष्णमापकावर ३२ वा अंश असतो; शतांश आणि रोमरचे उष्णमापकावर तो(०) शून्य अंश असतो. तसेंच कढण्याचा बिंदु अथवा बाष्पीभवन बिंदु फारे० उष्णमापकावर २१२ वा अंश असतो; शतांश उष्णमापकावर १०० वा असतो; व रोमरचे उष्णमापकावर ८० वा असतो. इंग्लंड व अमेरिका यांमध्यें फारन्हीट उष्णमापकाचा व्यवहारांत उपयोग करितात; फ्रान्स, इताली, वगैरे कित्येक युरोपीय देशांत सेल्शसूच्या शतांशकाचा उपयोग करितात; व जर्मनी आणि रशिया यांमध्यें व्यवहारांत रोमरच्या उष्णमापकाचा उपयोग करितात. सर्व देशांत शास्त्रीय कामांमध्यें शतांशकाचाच बहुधा उपयोग करितात; व व्यवहारांतही त्याचाच उपयोग करण्याकडे हल्लीं प्रवृत्ति आहे. या सेल्शसच्या शतांशकाचा ग्रंथांत मुळींच उल्लेख नाहीं, ही गोष्ट नजर चुकीनें घडली असावी.

पृ० १४५, ओळ २०.

हल्लीं सर्व वायुंस द्रवरूप करितां येऊं लागलें आहे.

पृ० १४६, ओळ १२.

उष्णतेच्या खऱ्या स्वरूपासंबंधानें पृ. ४२ वरील टीप पहा. बर्फाच्या अणूंमधील स्नेहाकर्षण तोडून त्यांस द्रवरूप देण्यांत जी उष्णता खर्च होते, ती अनुद्भूत उष्णता होय—तीस हल्लीं द्रवकारी उष्णता असें म्हणतात. वाफ होतांना जी उष्णता अनुद्भूत होते, तीस बाष्पकारी उष्णता म्हणतात.

पृ० १५९, ओळ ५.

'निर्वात स्थळीं' पाणी, अल्कोहोल, वगैरे सर्व वाफ होणाऱ्या द्रवांस त्यांच्या थिजण्याच्या बिंदूपर्यंतच्या कोणत्याही खालच्या अंशावर कढ आणितां येतो; उदा० पाण्यास ३२ फा. वर कढ येऊं शकतो.

पृ. १६०, ओ. ६

अन्नपचनाचे मुख्य भाग तीन आहेत असें समजणें बरें; पहिला भाग तोंडांतच होतो तो चर्वण व लालामिश्रण या क्रियांचा होय. दुसरा व तिसरा ग्रंथांत सांगितला आहे.

पृ. १६१, ओ. १८.

या ग्रंथांत प्राणी व वनस्पति यांच्या संबंधाचे जे धडे आहेत, त्यांमध्यें 'मळ' हा शब्द वारंवार आलेला आहे; व तो कित्येक ठिकाणीं योग्य नाहीं असेंही वाचकांच्या लक्षांत आलें असेल. जीवनक्रिया चालली असतां वनस्पतींच्या व प्राण्यांच्या भिन्न अवयवांत जे कित्येक द्रवरूप पदार्थ उत्पन्न होतात, त्यांपैकीं कांहींचा पुढें उपयोग व्हावयाचा असतो व कांहींचा मात्र उपयोग नसतो. ज्यांचा उपयोग व्हावयाचा असतो त्यांस 'मळ' असें म्हणतां येत नाहीं, त्यांस रस किंवा धातु अशी संज्ञा देणें जरूर आहे, इंग्रजींत त्यांस (secretion) सीक्रीशन् म्हणतात. ज्यांचा उपयोग होत नाहीं, किंबहुना जे बाहेर पडून जाणें इष्ट असतें, त्यांस मात्र 'मळ' असें म्हणतां येईल; व इंग्रजींत त्यांस excretion एक्स्क्रीशन् असें म्हणतात. याप्रमाणें भेद केला म्हणजे वनस्पतींच्या अवयवांत साखर, तेल, वगैरे जे पदार्थ उत्पन्न होतात ते, 'रस' किंवा 'धातु' होत; व वनस्पतींच्या संबंधानें डिंक, राळ, वगैरे व प्राण्यांच्या संबंधानें घाम, मूत्र वगैरे हे 'मळ' होत.

पृ. २७०, ओ. १२.

अलीकडील विद्वानांचें असें मत होत चाललें आहे कीं, पाण्याच्या शुद्ध वायुरूप वाफेचें पुनः विद्रवण होण्यास, म्हणजे वाफेस पुनः जलरूप येण्यास, तीमध्यें सूक्ष्म कण असले पाहिजेत. हे कण कोणत्याही

घन किंवा द्रव पदार्थाचे असल्यास चालतील. वातावरणांत अत्यंत सूक्ष्म असे धुळीचे कण कित्येक मैल पर्यंत भरलेले आहेत. शुद्ध वाफेचें उष्णमान जेव्हां उतरतें, तेव्हां या धुळीच्या अतिसूक्ष्म कणांभोंवतीं ती वाफ द्रवरूप होते, व मग ते कण धुक्याच्या किंवा ढगाच्या रूपानें दृश्य होतात. सारांश ढगाचे कण पोकळ गोळ्या नसतात, तर अतिसूक्ष्म धुलिकणांवर किंवा अणुरेणूंवर जमलेल्या पाण्याच्या गोळ्या असतात. जेथें अणुरेणु नाहींत, तेथें धुकें व ढग उत्पन्न होणार नाहींत, तर दंव किंवा दहिंवर एकदम उत्पन्न होईल. याप्रमाणें पुष्कळांचें तूर्त मत आहे. विजेच्या व ढगांच्या संबंधाचा जो मजकूर या कलमांत सांगितला आहे, त्यास अलीकडील प्रयोगांवरून आधार आहे असें दिसत नाहीं. पृ. १७१, ओ. ११ वगैरेवरून असा भास होतो कीं वातावरणांत पुष्कळ वीज भरलेली असते, व तीस आकर्षणारे बिंदू जेथें फार असतात तेथें ती पुष्कळ खालीं येते. परंतु अशी स्थिति नाहीं. वाफ, धूळ, व वायु यांमध्यें केव्हां एक प्रकारची, केव्हां दुसऱ्या प्रकारची, केव्हां फार, केव्हां कमी, व केव्हां मुळींच नाहीं, अशी वीज दृष्टीस पडते, व ती उत्पन्न होण्याचीं कारणें अद्यापि निश्चितपणें समजलेलीं नाहींत. वातावरणांत जी वीज जाते, ती पृथ्वीकडून त्यास मिळते, म्हणजे समुद्राच्या पाण्याची वाफ होतांना, खनिज व उद्भिज पदार्थांवर अग्नि आणि सूर्यकिरण यांचीं कार्यें होत असतांना, व अशाच दुसऱ्या कित्येक प्रकारांनीं वीज उत्पन्न होते, व ती क्रमानें वातावरणास मिळते—असें तूर्त अनुमान आहे.

पृ. १८३, ओ. ११.

आल्कली व आसीडें, हीं बहुधा द्वितत्वजन्य नसतात; त्रितत्वजन्यच बहुतेक आहेत.

रुचक हें सोडा या इंग्रजी शब्दाच्या अर्थीं योजिलें आहे.

सोडियम् व पोट्याशम् या धातु आक्सिजनशीं संयोग पावल्यानें त्यांचे आक्साइड होतात; ते आक्साइड पुढें जेव्हां पाण्याशीं संयुक्त

होतात, तेव्हां त्यांस आल्कलीचें स्वरूप येतें. त्या वेळीं त्यांची घटक द्रव्यें, आक्सिजन, हैद्रोजन व सोडियम् किंवा पोट्याशम् धातु, अशीं तीन असतात. याप्रमाणेंच नैट्रोजन आणि हैद्रोजन यांपासून अमोनिया हा वायु होतो; तो पाण्याशीं संयुक्त होऊन जेव्हां वरील दोन मूलतत्वांशीं आक्सिजन् या तिसऱ्या तत्वाचा संयोग होतो, तेव्हां त्यास आल्कलीचें स्वरूप येतें. रसायन संयोगांत मूलतत्वांच्या अणूंचा परस्पर संबंध कसा असतो, हें पूर्वी रसायनवेत्त्यांस चांगलें समजलेलें नव्हतें, तेव्हां धातु आणि आक्सिजन यांच्या संयुक्त पदार्थांसच ते आल्कली असें ह्मणत. परंतु असे संयुक्त पदार्थ पाण्यांतील हैद्रोजनशीं संयुक्त झाल्याखेरीज त्यांस खरे आल्कलीचे गुण येत नाहींत असें आतां सिद्ध करून दाखवितां येतें.

खुद्द ‘ निळीवर ’ ग्रंथांत सांगितलेले आसीड व आल्कली यांचे परिणाम घडत नाहींत. ग्रंथांत दिलेला नियम सामान्यपणें खरा आहे; परंतु प्रत्येक वनस्पतिजन्य निळ्या पदार्थास तो लागतोच असें नाहीं.

‘ पोताश ’ म्हणून ज्यास व्यवहारांत म्हणतात, व जो झाडांच्या राखेपासून होतो, तो पोताश आल्कली नव्हे, तर पोट्याशम धातूचा कार्बोनेट होय; त्यांतील कार्बानिक आसीड सहज पृथक् होतें, यामुळें आल्कलीचे गुण त्यांत मंदपणें दृष्टीस पडतात. या पोट्याशची भुकटी असते, परंतु ती भुकटी राखणें कठीण नाहीं; हवेंतील द्रवांशावर तिचें फारसें आकर्षण नसतें, व अंमळ स्पर्शानें तिचें पाणी होत नाहीं. हे जे गुण येथें सांगितले, ते खऱ्या आल्कली पोट्याशचे होत. तो सामान्य पोट्याश (कार्बोनेट) पासूनच तयार करितात, व त्यास कॉस्टिक (दाहक) पोट्याश अशी विशिष्ट संज्ञा आहे. साबण, काच वगैरेमध्यें सामान्य पोट्याशचाच उपयोग करितात.

साबण, काच व गार हे तिन्ही पदार्थ पारदर्शक किंवा अपारदर्शक असूं शकतात. पारदर्शकता हा गुण अणुरचनेचा आहे. स्फटिकमयस्थितींत वरील तीन्ही पदार्थ पारदर्शक असतात.

रुचक अथवा सोडा समुद्रांतील राखेपासून कधींच तयार करीत नाहींत, तर मिठापासूनच हवा तेवढा तो तयार होतो, व म्हणून तो

फार स्वस्त आहे. खऱ्या आल्कलीस कास्टिक (दाहक) सोडा म्हणतात, सामान्यतः आपण व्यवहारांत ज्यास सोडा म्हणतो तो बायकार्बोनेट असतो, या शिवाय कार्बोनेट ही तयार करितात, त्यास परटाचा सोडा असें म्हणतात. वर पोट्याशचे कार्बोनेट संबंधानें जें सांगितलें आहे तेंच सोडयाच्या कार्बोनेत व बायकार्बोनेट संबंधानेंही खरें आहे.

' काली ' या शब्दाचा अर्थ झाडांची राख असा आहे, व ही संज्ञा प्रथम पोट्याशला लावीत असावे, कारण तोच राखेंत विपुळ सांपडतो.

पृ. १८५, ओळ २४.

सर्व खनिज पदार्थांस मृत्तिका हा शब्द कोणीही रसानवेत्ता लावीत नाहीं; हिरा, गंधक, पारा, हे खनिज पदार्थ खरे, परंतु ते मूलतत्वांच्या वर्गांत येतात, मृत्तिकांच्या वर्गांत येत नाहींत. शिवाय, मृत्तिकांचे वर जे नऊ प्रकार सांगिले आहेत, त्यांत सर्व खनिज द्रव्यांचा समावेश होत नाहीं. हल्लीं कांहीं विशिष्ट धातु व आक्सिजन यांपासून होणाऱ्या संयुक्त पदार्थांस मात्र मृत्तिका ही संज्ञा देण्यांत येते.

पृ. १८६, ओ. ६.

आसीदांचे जे सामान्य गुण येथें सांगितले आहेत, ते जुन्या पद्धतीप्रमाणें आहेत. अलीकडील रसायनशास्त्रांत आसीडाचें जें लक्षण करितात तें असें कीं त्याच्या घटकद्रव्यांत कांहीं हैड्रोजनचे परमाणु अवश्य असतात, व त्याचा धातूंशीं किंवा धातुमूलक पदार्थांशीं संयोग होतो तेव्हां त्या धातूंचे परमाणु, नियमित प्रमाणानें, त्या हैड्रोजनची जागा घेतात, व त्यामुळें क्षार बनतात.

नैट्रिक आसीड हें १ परमाणु हेड्रोजन, १ प० नायट्रोजन, व ३ प० आक्सिजन, अशा ५ परमाणूंच्या संयोगानें झालेलें असतें.

कार्बानिक आसीड वायूस खऱ्या आसीडाचे गुण येण्यास त्याचा पाण्याशीं संयोग होणें जरूर आहे.

पृ. १८८, ओळ ३ मध्यें ' पान्यांत ' असें आहे, तें ' पाण्यांत ' असें वाचावें. ' सोडावाटर ' ह्मणून जो पदार्थ बाटलींत भरून विकतात, त्यांत पापडखार वगैरे कोणताही क्षारमुळींच नसतो; केवळ पाणी व त्यांत दाबानें विरविलेला कार्बानिक आसीड वायु, हीं दोन द्रव्यें असतात. बूच किंवा गोळी निघाल्यावर बाटलींतील पाण्यावरचा दाब कमी होतो,

व त्यामुळें आंतील कार्बानिक आसीड वायु बाहेर पडतो, त्यामुळें पाण्यास फेस येतो. पाण्यांत हा वायु विरला असल्यानें त्या पाण्याच्या अंगीं मंद आसीडाचे गुण आलेले असतात.

पृ. १८८, ओ. २२, मध्यें ' थंडी ' आहे, तेथें ' उष्णता ' असें वाचावें. ओ. २६ मध्यें सांगितलेली गोष्ट खरी नाहीं.

पृ. १९४, ओ. ५.

मल व धातु यांधील भेद मागील एका टिपेंत सांगितला आहे.

ओ. ७, मध्यें ' तोंडाच्या ' असें म्हटलें आहे त्या ऐवजीं नाकाच्या असें म्हणणें प्रशस्त होईल.

वातावरणांतील वायु हा एक संयुक्त पदार्थ आहे, व त्याच्या घटक द्रव्यांपैकीं एक ' उष्णता ' हा पदार्थ आहे, अशा समजुतीनें हें वाक्य लिहिलें आहे. वास्तविकपणें वातावरणांतील जो वायु फुप्फुसांत शिरतो त्यांत एक पंचमांश भाग आक्सिजन मिश्र असतो. तो रक्तांतील कांहीं अशुद्ध द्रव्यांशीं संयोग पावतो, तेव्हां रक्त शुद्ध होतें; व त्या रासायनिक संयोगापासून उष्णता उत्पन्न होते; रक्तांतील जीं द्रव्यें संयोग पावतात, त्यांत कार्बन व हैड्रोजन असल्यामुळें त्यांचा हवेंतील आक्सिजनशीं संयोग होऊन कार्बानिक आसीड वायु व पाण्याची वाफ, हीं उत्पन्न होतात, व अवशिष्ट नायट्रोजनाबरोबर उच्छ्वासाच्या वेळीं तीं बाहेर पडतात.

पृ. १९८, ओ. ६.

तेजः किरणांच्या खऱ्या स्वरूपाबद्दलची हल्लींची उपपत्ति पूर्वी एका टिपेंत दिली आहे.

पृ. २०१–प्रकाशाचा वेग १८६००० मैल आहे, असें हल्लीं मानितात. या पृष्ठांत शेवटीं जी गोष्ट सांगितली आहे तीवरूनच प्रकाश परमाणुरूप नाहीं असें दिसून येतें.

पृ. २०२, ओ. २४.

प्रकाश परमाणुरूप असून त्यावर पारदर्शक पदार्थाचें आकर्षण होतें म्हणून तो वाकतो अशी पूर्वीची कल्पना होती. पारदर्शकांतून आष्ट्रलहरी जात असतां त्यांचा वेग कमी होतो, त्यामुळें प्रकाशाचें वक्रीभवन होतें, अशी हल्लींची उपपत्ति आहे.

पृ. २०३, ओ. २२.

सूर्योदयाच्या पूर्वी व सूर्यास्तानंतर जो प्रकाश दिसतो त्यास संधिप्रकाश ह्मणतात. या प्रकाशास वक्रीभवन हें कांहीं थोडेसें कारण आहे; परंतु त्याचें मुख्य कारण परावर्तन हें होय. सूर्य क्षितिजाखालीं गेल्यावर तो भूपृष्ठावरून आपणांस प्रत्यक्षपणें दिसत नाहीं, तथापि वातावरणाच्या उंच प्रदेशांत त्याचे किरण प्रत्यक्षपणें जाऊन पोहोंचतात. त्या प्रदेशांत जे अणुरेणु असतात त्यांनीं ते किरण सर्व दिशांस परावृत्त होतात व मग ते भूपृष्ठाकडे वळून आपणांस प्रकाश देतात. वातावरणाच्या खालच्या प्रदेशांत अणुरेणु स्थूल असतात, व जों जों उंच जावें तों तों ते अधिकाधिक सूक्ष्म होत जातात. स्थूलरेणूंनीं मुख्यत्वें तांबडे किरण परावृत्त होतात; त्यांहून सूक्ष्मरेणूंनीं पिंवळे, त्यांहून सूक्ष्मरेणूंनीं निळे, अस्मानी, इत्यादि, याप्रमाणें होत जातें.

संधिप्रकाश हा खालच्या व वरच्या सर्वच रेणूं कडून येणारा प्रकाश असल्यामुळें आरंभीं त्यांत तांबडे किरण फार असतात, व त्यास तांबूस रंग येतो. सूर्य खालीं जात असतां जेव्हां खालच्या स्थूल रेणूंस प्रकाश मिळेनासा होतो, तेव्हां संधिप्रकाशांतील तांबुसपणा कमी होत जाऊन नाहींसा होतो, व फिका निळसर रंग त्यास येतो. सूर्यास्ताच्या वेळीं ढगांस जे अनेक रंग आलेले असतात, ते त्या ढगांतील जलकणांच्या अधिकाधिक सूक्ष्मते प्रमाणें तांबूस, सोनेरी, पारवा, अस्मानी इत्यादि असतात; व याच क्रमानें ढग एकाहून एक उंच असतात. दिवसां सूर्य उगवल्यापासून अस्तास जाई पर्यंत सर्व आकाश जें तेजानें भरलेलें दिसतें, व ज्यामुळें आकाशांतील तारे आपणांस दिसत नाहींत, त्याचें कारण वातावरणाच्या भिन्न प्रदेशांत भरलेल्या अणुरेणूं पासून सर्वदिशांस होणारें प्रकाशाचें परावर्तन होय. चंद्रावर वातावरण नाहीं व अणुरेणूही नाहींत, त्यामुळें तेथें संधिप्रकाश नाहीं, त्यायोगे दिवसां सूर्य व तारे दिसत असावे, व तद्व्यतिरिक्त आकाश काळें भोर दिसत असावें, असें अनुमान आहे. चंद्राच्या कोरेजवळ प्रकाश किरणांचें मुळींच परावर्तन किंवा वक्रीभवन होत नाहीं, ही गोष्ट प्रयोगसिद्ध आहे.

सूर्य व तारे कांहींसे क्षितिजाखालीं असतांही दृश्य होतात, हें कार्य मात्र वातावरणांत किरणांचें जें वक्रीभवन होतें त्याचें होय.

पृ. २०७ ओ. १८

अर्वाचीन ज्योतिष्यांच्या मतें या सूर्यमालेंत जे ग्रह आहेत, त्यापैकीं पृथ्वीखेरीज दुसऱ्या ज्या ग्रहांवर एथल्याप्रमाणें प्राण्यांची वसती असेल असा ग्रह एक मंगळ मात्र आहे. बाकी ग्रह अत्यंत थंड किंवा अत्यंत उष्ण आहेत व एथल्यासारख्या प्राण्यांचें व वनस्पतींचें जीवित त्यांवर शक्य नाहीं.

पृ. २०९, ओ. ६.

शुद्ध प्रतिपदेचे दिवशीं चंद्र बहुधा मुळींच दिसत नाहीं. सूर्याच्या 'डाव्या बाजूस' याचा अर्थ सूर्याकडे पाहणाऱ्या उत्तर गोलार्धांतील मनुष्याच्या डाव्या हातास, म्हणजे सूर्यापासून पूर्वेस. ओ. २३ मध्यें 'सूर्याच्या उजव्या बाजूस' याचा अर्थ वर सांगितल्याप्रमाणेंच केला पाहिजे, म्हणजे 'सूर्यापासून पश्चिमेस' असा अर्थ होतो. 'म्हणजे पूर्वेकडेस' या शब्दांचा अर्थ सामान्य क्षितिजाच्या पूर्वभागीं असा समजावा.

ओ. २५ मध्यें 'पांच सहा दिवसांनीं' असें जें म्हटलें आहे तें फारच ठोकळ दृष्टीनें म्हटलें आहे व ओ. ६ शीं त्याचा मेळ बसत नाहीं. अमावास्येच्या पूर्वी व नंतर एक दिवस, व क्वचित् प्रसंगीं दोन दिवस चंद्र दिसत नाहीं.

पृ. २१० ओ. २२

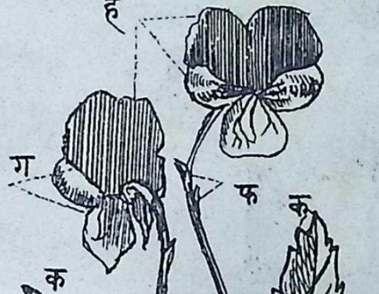
'ह्या पातांत जेव्हां सूर्य, पृथ्वी व चंद्र हीं येतात' या ठिकाणीं 'या पातांत जेव्हां चंद्र येतो' असें वाचावें. पुढील वाक्यांत ग्रहणांची उपपत्ति करितांना 'पात' या शब्दाचा नीटसा उपयोग केलेला नाहीं. पात हे चंद्राच्या कक्षेंतील दोन बिंदु होत; त्यांमध्यें चंद्र येतो, सूर्य येऊं शकत नाहीं. जेव्हां चंद्र पातांत येतो तेव्हां पृथ्वी, सूर्य व चंद्र हे तिन्ही एका पातळींत येतात. परंतु हे तिन्ही केवळ एका पातळींतच येऊन उपयोग नाहीं, तर एका रेषेंतही आले पाहिजेत. असें होतें तेव्हां ग्रहण होतें.

पृ. २१२, ओ. २

ग्रहांची आकाशांतील दृश्य गति जेव्हां पश्चिमेकडून पूर्वेस असते तेव्हां ते पुढें जातात असें समजावें; ती गति पूर्वेकडून पश्चिमेकडे असते तेव्हां मागें जातात, किंवा वक्री होतात असें समजावें; व जेव्हां ते पुढें किंवा मागें जात नाहींत एकाच स्थळीं कांहीं काळ पर्यंत स्थिर दिसतात, तेव्हां त्यांचा स्तंभ झाला असें समजावें.

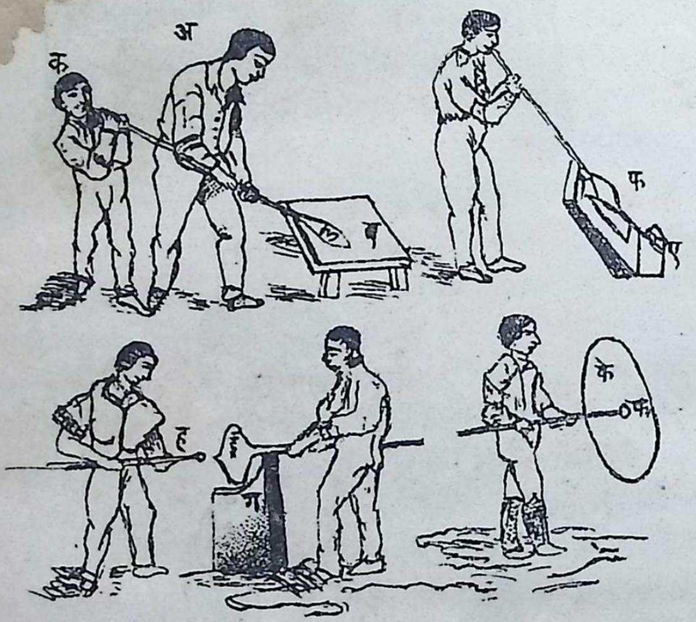
आकृति पहिली.

आकृति दुसरी.

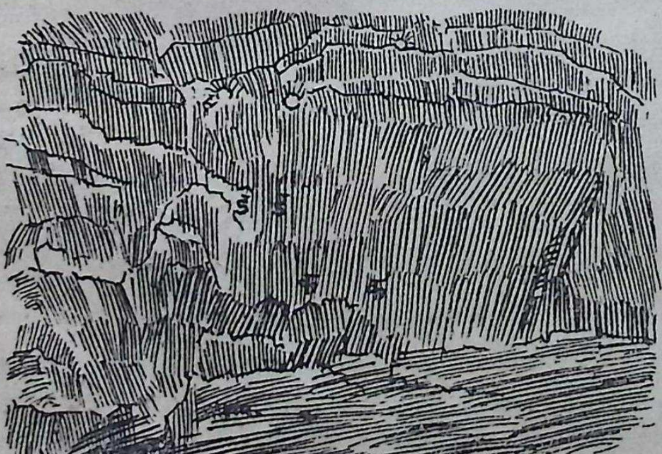


आकृति तिसरी.

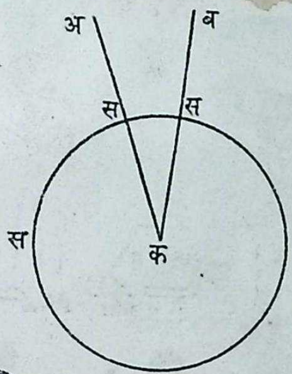
आकृति ४ थी.



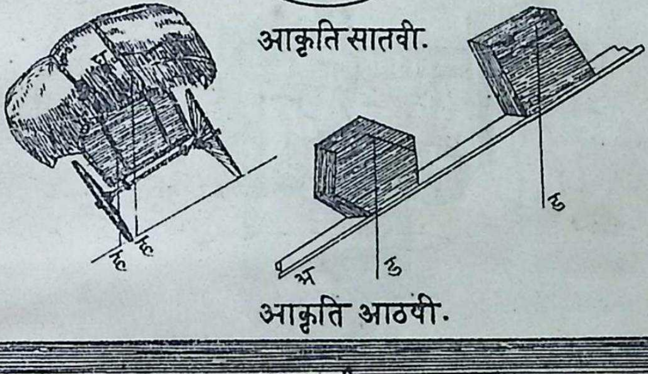
आकृति पाचवी.



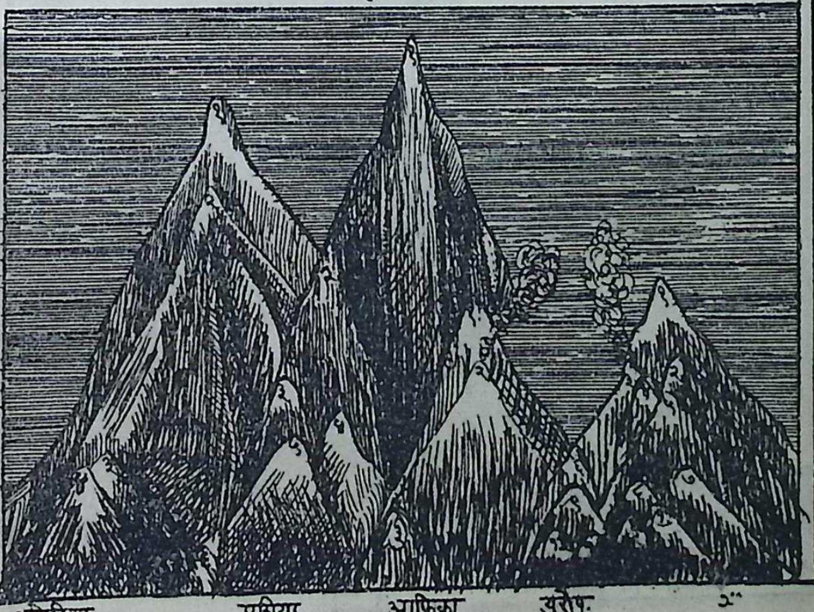
आकृति सहावी.



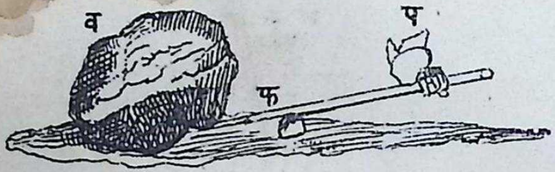
आकृति सातवी.



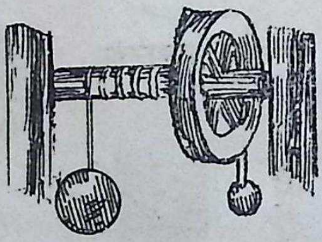
आकृति आठवी.

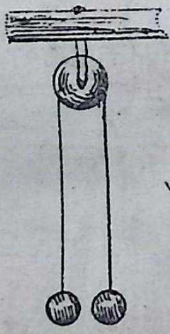


आकृति नववी.



आकृति दाहावी.



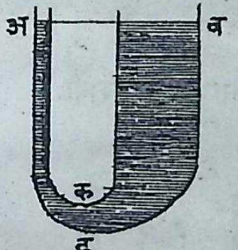


आकृति आकरावी.

आकृति बारावी.

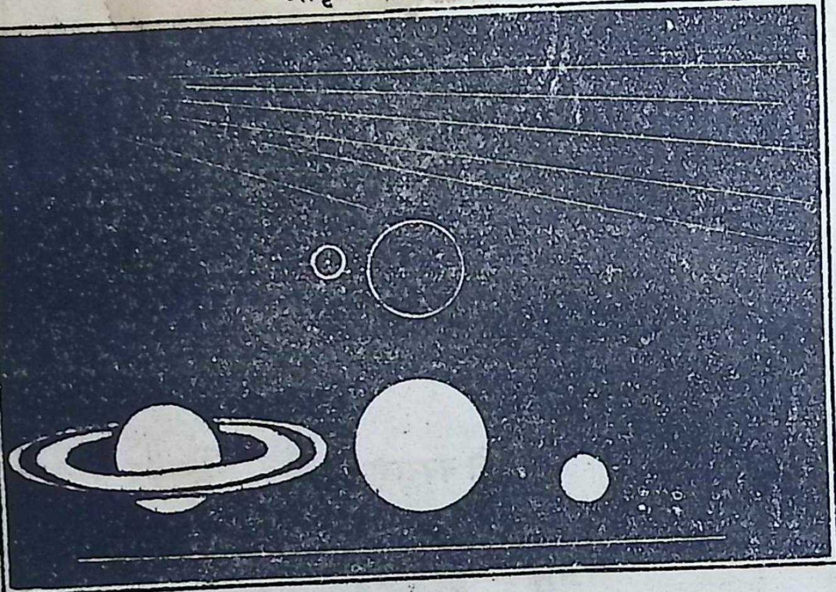
आकृति तेरावी.

आकृति चवदावी.

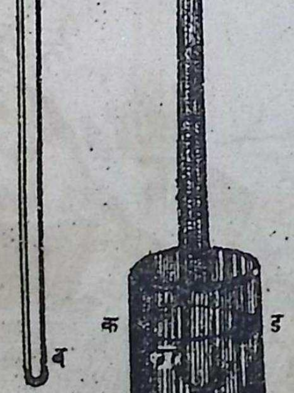


आकृति पंधरावी.

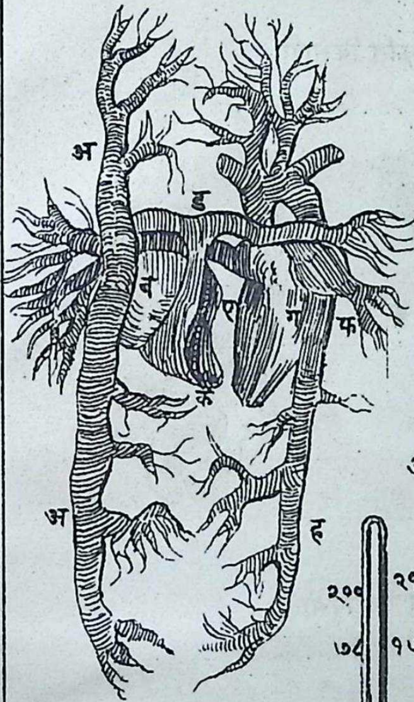
आकृति सोळावी.



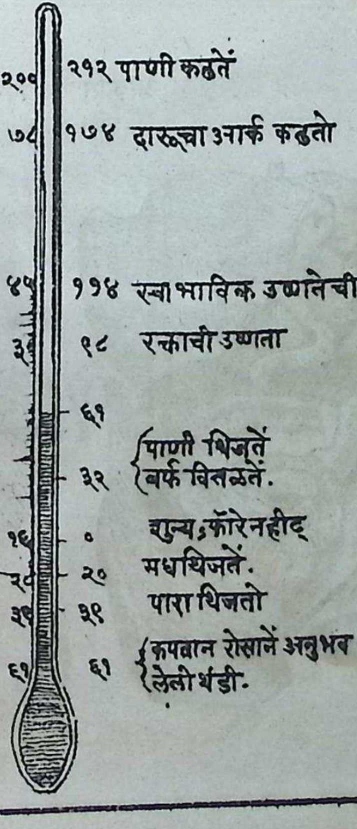
आकृति सतरावी.



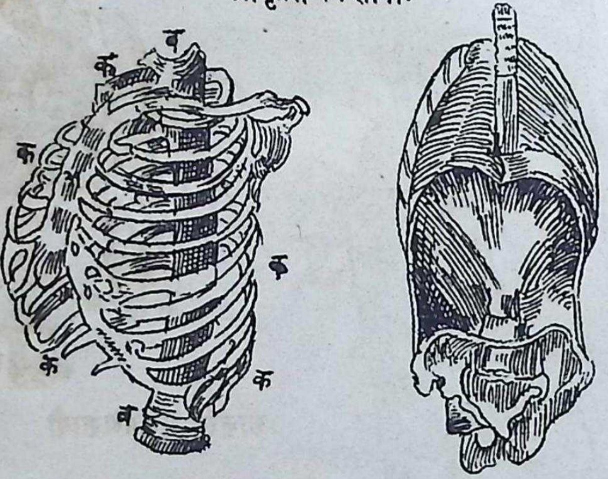
आकृतिअठरावी·



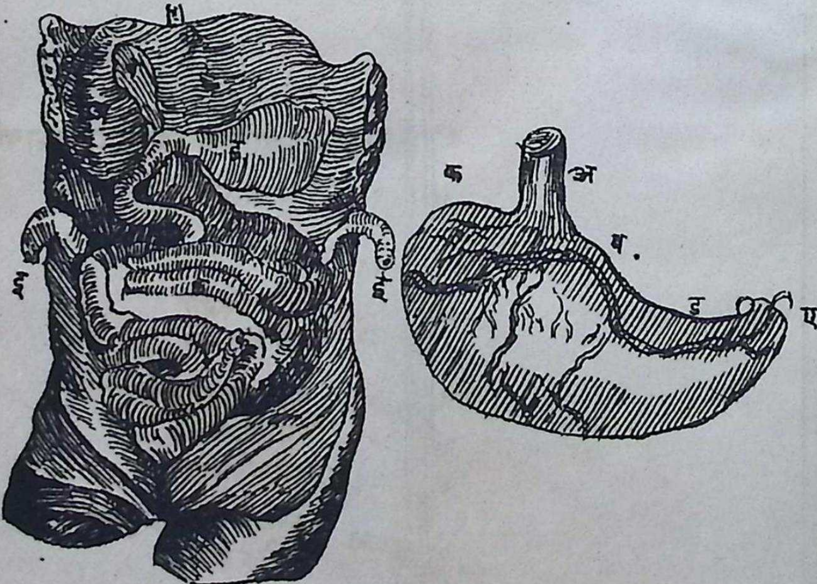
आकृति एकोणिसावी



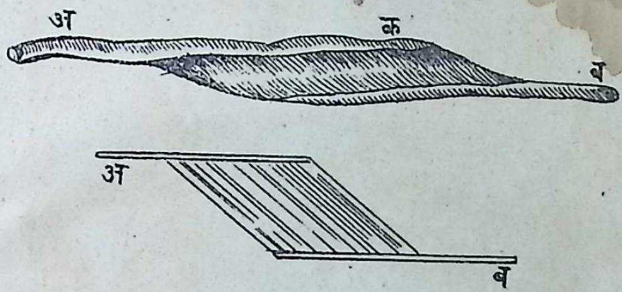
आकृति विसावी.



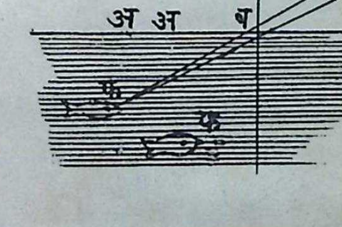
आकृति एकविसावी.



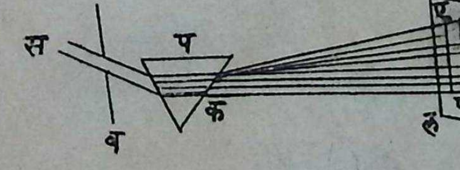
आकृति २२ वी.



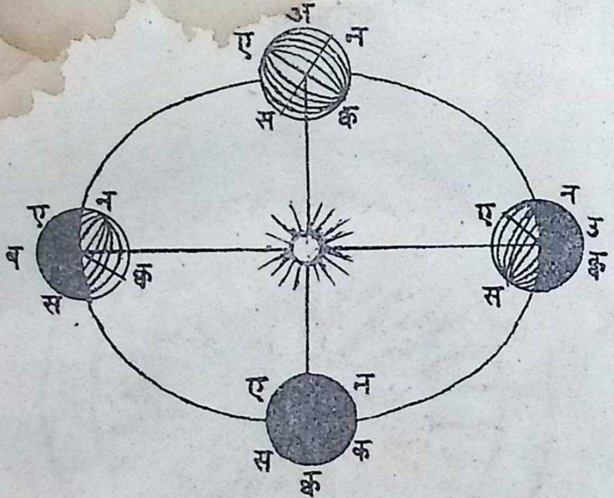
आकृति २३ वी.



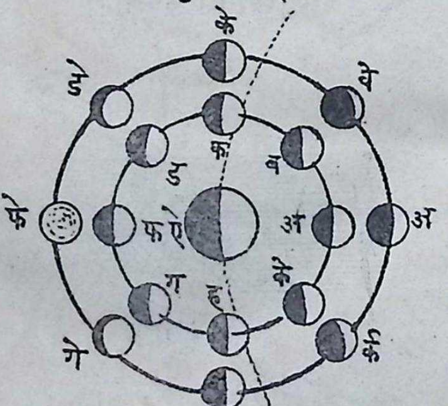
आकृति २४ वी.



आकृति २५ वी.

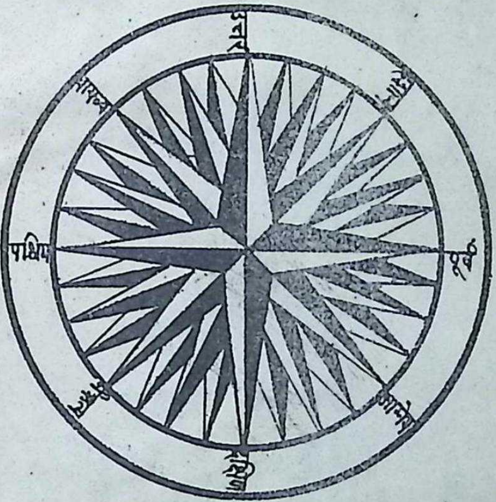


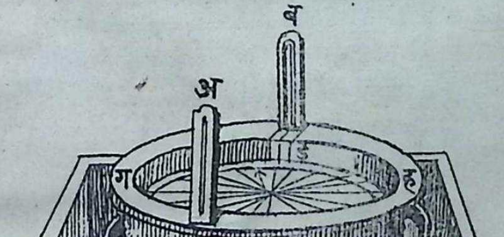
आकृति २६ वी.



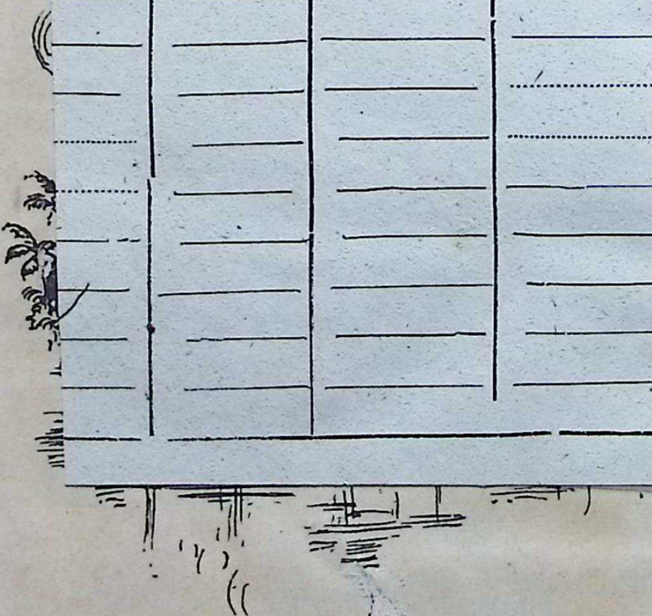
आकृति २८ वी.

आकृति २७ वी.





DATE DUE



Acc. No. 3819

Class No 500 ... Book No CHI

Author चिपलूणकर; कृष्णशास्त्री

Title अंकविद्या मूलतत्व संग्रह

Due on	Borrower's Name	Returned on

500/CHI

3819

महेन्द्र संस्कृत विश्वविद्यालय

वाल्मीकि विद्यापीठ

पुस्तकालय

MAHENDRA SANSKRIT UNIVERSITY

अने